BEZIEHUNGEN DER LUFT

ZU

KLEIDUNG, WOHNUNG

UND

BODEN.

DREI POPULÄRE VORLESUNGEN

GEHALTEN IM

ALBERT-VEREIN ZU DRESDEN

AM

21., 23. UND 25. MÄRZ 1872

VON

DR. MAX v. PETTENKOFER,
o. ö. Professor der Hygiene an der Universität München und Obermedicinalrath.

MIT IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSTICHEN.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.
1872.

ANKÜNDIGUNG.

Von mehreren Seiten aufgefordert, die im Albertverein zu Dresden Ende März dieses Jahres gehaltenen Vorträge über einige Gegenstände der öffentlichen Gesundheitspflege dem Druck zu übergeben. kommt der Verfasser diesem Wunsche hiermit nach. Der Inhalt dieser Vorträge wird dadurch einem viel grösseren Kreise von Gebildeten bekannt und zugänglich, als es der mündliche Vortrag gestattete. Bei dem gesteigerten Interesse, welches sich gegenwärtig überall an den Aufgaben der Hygiene kundgiebt, ist es auch doppelt Pflicht der Presse, beizutragen, dass der vorhandene gute Wille des grösseren Publikums richtig geleitet und dessen Aufmerksamkeit auf wichtige allgemeine Thatsachen und Anschauungen gelenkt werde, deren Verständniss und Entwickelung die Wissenschaft beschäftigt. Das Streben, die öffentliche Gesundheit zu heben, und Krankheiten zu verhüten, hat von jeher bestanden, nur über die Mittel dazu dachte man zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden. Gerade über manche der alltäglichsten und deshalb wichtigsten Einflüsse unserer nächsten Umgebung, von denen unsere Gesundheit so vielfach abhängt, bestehen entweder noch gar keine bestimmten Vorstellungen, oder — was noch schlimmer ist — auch ganz falsche. Diese Vorträge werden jeden Denkenden und Gebildeten lebhaft empfinden lassen, wie viel in dieser Richtung zu thun und zu schaffen und umzugestalten, wie viel Gutes dann aber damit auch sicher ins Werk zu setzen ist. Namentlich weist der Schluss des dritten Vortrags auf das ausgedehnte Feld hin, welches hier der Bearbeitung und Bebauung sowohl vom exact wissenschaftlichen als vom praktischen Standpunkte aus noch harrt.

BEZIEHUNGEN DER LUFT

ZU

KLEIDUNG, WOHNUNG

UND

BODEN.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

BEZIEHUNGEN DER LUFT

ZU

KLEIDUNG, WOHNUNG

UND

BODEN.

DREI POPULÄRE VORLESUNGEN

GEHALTEN IM

ALBERT-VEREIN ZU DRESDEN

AM

21., 23. UND 25. MÄRZ 1872

VON

DR. MAX v. PETTENKOFER,

o. ö. Professor der Hygiene an der Universität München und Obermedicinalrath.

MIT IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSTICHEN.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1 8 7 2.

INHALT.

ERSTE VORLESUNG.

ÜBER DAS

VERHALTEN DER LUFT

ZUM

BEKLEIDETEN KÖRPER

DES

MENSCHEN.

Wenn ich es wage, hier vor einer so zahlreichen und gewählten Versammlung zu sprechen, so könnte man erwarten oder voraussetzen, dass ich ungewöhnliche Dinge mitzutheilen hätte, die man nicht von München aus nach Dresden schreiben könnte, sondern derentwegen man persönlich kommen, welche man selbst vortragen müsste. Ich bitte meine Zuhörer, eine derartige Erwartung oder Voraussetzung ja nicht zu hegen, Sie würden sonst durch meine Vorträge enttäuscht werden. Diese handeln nur von längst bekannten Dingen, welche Jedermann schon aus dem täglichen Gebrauche kennt, und auch was ich Ihnen darüber sagen werde, ist vielleicht Alles schon einmal irgendwo gesagt oder gedruckt worden.

Ich habe vom Directorium des Albert-Vereins die ehrenvolle Einladung erhalten, hier in Dresden einige populäre Vorlesungen über Gegenstände der öffentlichen Gesundheitspflege zu halten. Es ist vielleicht eine nicht unpassende Einleitung, wenn ich Ihnen offen sage, was ich von populären Vorlesungen halte.

Was sind populäre Vorlesungen und was lässt sich von ihnen erwarten? Ich zähle mich zwar nicht unter diejenigen, welche bei allem, was sie thun oder anstreben, sofort ängstlich nach dem sogenannten praktischen Nutzen fragen, wie er sich etwa in Procenten des Anlagecapitals berechnen und ausdrücken und weiter verwerthen oder verhandeln lässt, aber ich dispensire mich doch auch nicht gern von aller Pflicht, wenigstens nach dem Zwecke meines nach gewöhnlichen Begriffen unrentablen Geschäftes zu fragen. Durch populäre Vorträge kann Niemand bis zu dem Grade unterrichtet werden, dass er dadurch sofort Sachverständiger würde. Man könnte daher sagen, populäre Vorträge sind eher schädlich,

als nützlich, denn sie erzeugen und vermehren nur jenen Dilettantismus, an dem unsere Zeit ohnehin schon genug zu leiden hat, und der auch in unseren Schulen schon einen solchen Umfang zu nehmen beginnt, dass Einem vor der unabsehbaren Ausdehnung des Wissens unserer Kinder angst und bange werden möchte, und nur die geringe Tiefe desselben macht es wieder erklärlich, dass es doch nicht so gefährlich ist, dass zuletzt doch so viel gelernt und auch wieder vergessen werden kann. Ich gestehe Ihnen offen, dass auch ich nicht im Stande bin, den Einwurf zu entkräften, dass populäre Vorträge keine eigentlichen Sachverständigen zu bilden im Stande sind.

Aber ich glaube, darauf kommt es gar nicht an, dazu sind populäre Vorlesungen auch nicht bestimmt. Sie sind weder ein erschöpfender wissenschaftlicher noch praktischer Unterricht, sondern nur eine wissenschaftliche Erbauung, Erhebung und Anregung, die unsere Blicke und Herzen emporrichten und auf uns wirken soll, ähnlich wie etwa das Anhören eines guten Concertes, einer Symphonie, deren Zweck auch nicht ist, alle Zuhörer zu Musikern zu machen. Es ist genug, die Harmonie zu empfinden, welche in dem Vorzutragenden von Natur aus liegt. In allem menschlichen Wissen und Thun, Dichten und Trachten, soweit es Wahrheit ist, liegt Harmonie, welche zu empfinden der Sinn im Menschen glücklicherweise so allgemein verbreitet ist, wie der Sinn des musikalischen Gehörs. Diese Harmonie, welche in allen Wahrheiten liegt, kann und soll Jedermann zum Bewusstsein, zur Empfindung gebracht werden, damit sich möglichst Viele daran erfreuen, dafür erwärmen, mit neuen Gegenständen zunächst befreunden und dann vielleicht befassen, oder dass sie doch aus Ueberzeugung und mit Sympathie denjenigen nach Kräften beistehen, welche sich berufsgemäss mit den Gegenständen eingehender befassen müssen. In dieser Hinsicht haben populäre Vorträge sogar eine sehr hohe ernste Mission, sie sollen richtige allgemeine Vorstellungen schaffen, das Verständniss dafür erleichtern, eine gewisse Liebe für verschiedene Aufgaben der Zeit und des Lebens erwecken und verbreiten, sie sollen Freundschaftsbande knüpfen zwischen Dingen, Ideen und Menschen. Wovon die Menschen nie etwas gehört haben, wovon sie gar nichts wissen und gar keine oder eine falsche Vorstellung haben, dafür darf man billigerweise von ihnen auch keine Theilnahme verlangen, am allerwenigsten aber eine Opferwilligkeit erwarten.

Und so möchte ich durch einige Vorträge nun Ihre Theilnahme für Gegenstände der öffentlichen Gesundheit oder Hygiene erregen, ich möchte Ihnen namentlich recht lebhaft zur Empfindung brin-

gen, wieviel in dieser Richtung noch zu thun und zu schaffen ist, wozu wir Alle zusammensteuern und zusammenarbeiten müssen.

Der Gegenstand, den ich mir für diese Vorträge gewählt, scheint ein sehr bekannter, leichter und einfacher zu sein, die Luft, in der wir leben, wie der Fisch im Wasser.

Es bedarf der Mensch der Luft beständig, er mag sein wo er will, auf dem Lande, auf dem Meer, über und unter der Erde, im Freien und in der eng geschlossenen Wohnung.

Wir brauchen die Luft zu verschiedenen Zwecken, hauptsächlich aber zu zweien, erstens als Nahrung, zweitens zur Abkühlung. Schon die Menge Luft, welche ein erwachsener Mensch in 24 Stunden ein- und ausathmet, beträgt im Durchschnitt 9000 Liter oder circa 360 Kubikfuss oder 150 Eimer. Was wir an fester und flüssiger Nahrung und an Getränken in 24 Stunden einnehmen und wieder ausscheiden, nimmt durchschnittlich den Raum von etwa 3 Litern ein, beträgt also dem Volumen nach nur den dreitausendsten Theil des Volums der Athemluft. Im Jahre beträgt dieser Luftgenuss 3 285 000 Liter. Man erstaunt förmlich über diese Menge, wenn man sie zum erstenmale ausrechnet oder hört, und es beschleicht Einen ein sonderbares Gefühl, wenn man denkt, dass diese Arbeit Tag und Nacht fortgeht. Von der Geburt bis zum Tode unausgesetzt müssen wir auf diese Art Blasbalg ziehen, damit die Orgel unseres Lebens nicht verstumme.

Die Luftmenge, welche uns ausserdem noch beständig auf der ganzen Oberfläche umfliessen muss, ist noch viel, viel grösser.

Man könnte einwerfen, die Luft sei ein so leichter Körper, dass ihr Gewicht nicht in Betracht komme. Schon gut: aber ein Gewicht hat sie doch, sie ist bloss 770mal leichter als Wasser, und die 9000 Liter, die wir täglich athmen, haben schon ein Gewicht von $11\frac{1}{2}$ Kilo oder 23 Zollpfunden. Doch ich habe nicht vor, mich gegenwärtig mit dem Luftgenuss als Sauerstoffnahrung zu befassen, über die Stoffwechselverhältnisse in Bezug auf unsere Ernährung möge an dieser Stelle einmal ein Anderer das Wort ergreifen, ich will heute namentlich nur den zweiten Gebrauch, den wir von der Luft machen, die Entwärmung unserer arbeitenden Maschine, ins Auge fassen.

Sie Alle wissen, dass die gesammte Lebensthätigkeit an chemische Processe gebunden ist, welche in unserm Innern ununterbrochen vor sich gehen, welche Processe wir durch Einnahme von fester und flüssiger Nahrung und von Sauerstoff aus der Luft unterhalten. Der regelrechte Vorgang dieser Processe ist unter anderen Bedingungen

auch an eine bestimmte Temperatur gebunden, über und unter welcher die Processe zwar nicht stillstehen, aber anders verlaufen, so dass sie die Zwecke des normalen Lebens nicht mehr erreichen — und Krankheit oder Tod zur Folge haben. Beim Menschen ist diese Gleichmässigkeit der Temperatur seiner Organe eine der allerwichtigsten Lebensbedingungen. Das Blut des Negers, welcher in der heissen Zone unterm Aequator lebt, ist nicht um $^1/_{10}$ Grad wärmer, als das Blut des Eskimo im höchsten Norden zur kältesten Jahreszeit, immer ist es $37^1/_2{}^0$ Celsius. Die Extreme der Temperatur, unter welchen Menschen leben, sind in den Tropen 35 bis 40^0 C. über Null, und in den Polargegenden 32, ja selbst 47^0 C. unter Null, also eine Differenz von 100 Graden. Selbst die mittleren Monatstemperaturen mancher Gegenden differiren um mehr als 40 Grade, und doch sind die Organe des Menschen überall gleich warm.

Wodurch, mit welchen Mitteln vermag der Mensch so colossale Differenzen auszugleichen? Welche Waffen gebraucht er in diesem riesigen Kampfe?

Vergegenwärtigen wir uns etwas näher die absoluten Wärmegrössen, über welche der lebendige Organismus verfügt. Die chemischen Processe welche in einem erwachsenen Menschen unter gewöhnlichen Umständen vor sich gehen, erzeugen in 24 Stunden annähernd etwas über 3 Millionen Wärmeeinheiten. Unter einer Wärmeeinheit versteht man jene Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 Gramm Wasser in seiner Temperatur um 1^0 C. zu erhöhen. Mit der von einem Menschen im Tage producirten Wärme könnte man also 3000 Liter Wasser in seiner Temperatur um 1^0 C. erhöhen, oder 30 Liter von 0^0 bis 100^0, d. h. bis zum Sieden erhitzen.

Es gibt Zustände, in denen der Mensch mehr und weniger Wärme producirt, z. B. in dem Maasse, als er mehr oder weniger Nahrung geniesst, mehr oder weniger Muskelanstrengungen macht; solche Abweichungen vom Mittel können zeitweise bis zu 50 Procent der ganzen Grösse betragen — aber immer ist es Aufgabe des Körpers und unerlässliche Bedingung für seine Gesundheit, dass die Wärme seines Blutes sich nicht wesentlich ändere, höchstens innerhalb eines Grades auf- und abschwanke.

Wir müssen uns als warme und feuchte Körper in die kühlere umgebende Luft hineingestellt betrachten. Solche Körper verlieren Wärme auf dreierlei Wegen: 1) durch Strahlung; 2) durch Verdunstung; 3) durch Leitung. Dass die Wärme nicht auf einem einzigen Wege abfliesst, sondern auf dreien, gewährt grosse Vortheile für den Wärmehaushalt, für die Wärmeökonomie des Kör-

pers, weil die Benutzung verschiedener Wege eine feine Regulirung des Abflusses nach Bedürfniss gestattet. Was wir in einem Falle mehr verlieren durch Strahlung, das lässt sich durch geringere Verluste auf den beiden anderen Wegen wieder ausgleichen, und umgekehrt. Die Verluste durch Strahlung und Leitung sind durchschnittlich bei gleichbleibender Umgebung die constantesten, und die Wasserverdunstung das Hauptmittel zum Ausgleich theils von Differenzen, welche von Verschiedenheiten in der Menge der erzeugten Wärme herrühren, theils von functionellen Störungen der beiden anderen Wege.

Mir liegt daran, dass Jedermann eine Vorstellung von diesen drei Abflusswegen der Wärme habe, — gestatten Sie mir daher, Sie auf einige alltägliche Erscheinungen aufmerksam zu machen, in welchen dieselben recht deutlich hervortreten.

Denken Sie z. B. an den Fall, dass man im strengen Winter auf der Reise in einen Gasthof kommt und sich schnell ein Zimmer will heizen lassen. Der Ofen kann sehr heiss sein, das Thermometer im Zimmer eine hohe Temperatur der Luft zeigen — aber es wird Einem nicht behaglich, es fröstelt Einen trotz 16° R., und sobald das Feuer im Ofen aus ist, sinkt auch wieder sehr rasch die Temperatur des Zimmers, die Wärme will sich nicht halten, das Zimmer ist gleich wieder kalt. Wenn wir dasselbe Zimmer ein paar Tage lang bewohnen und es regelmässig heizen lassen, dann fühlen wir uns ganz anders darin; — wenn es uns anfangs bei 16° R. noch gefröstelt hat, finden wir es zuletzt bei 14° R. sehr behaglich warm. Sie Alle werden denken, dass ich Ihnen da gar nichts Neues sage, ja Sie werden mir auch sofort die Erklärung geben, warum es mich anfangs bei 16° R. in diesem Zimmer gefröstelt hat, während es mir bei 14° R. später warm genug war, indem Sie mir einfach sagen, ein Zimmer, was mehrere Tage ganz kalt gestanden hat, muss eben erst — wie man sagt — ausgeheizt sein, und das geht nicht auf einmal, das braucht Zeit. Aber was unterscheidet ein nicht ausgeheiztes Zimmer von einem ausgeheizten in dem Grade, dass ich den Unterschied in meiner Wärmeökonomie so deutlich spüre? Nichts, als die Grösse des Verlustes durch vermehrte Strahlung in dem noch nicht ausgeheizten Zimmer. Die Strahlung vermehrt sich oder wächst mit der Temperaturdifferenz zweier ungleich warmer Körper. Da uns in einem Zimmer nicht bloss Luft von 16° R., sondern auch Wände, Möbel u. s. w. umgeben, die vielleicht erst nur 2 oder 3° haben, während die Luft schon 16°, so strahlt mein viel wärmerer Körper auch viel mehr Wärme gegen sie aus, als wenn sie einmal 12 und mehr Grad warm

geworden sind. In einem so unausgeheizten Zimmer geht es mir nicht besser, als dem Ofen, der auch bei gleichem Aufwand von Brennmaterial anfangs viel rascher abkühlt, als nachher, wenn das Zimmer einmal — wie wir sagen — ausgeheizt ist. Der gewöhnliche Sprachgebrauch sagt daher ganz richtig: das Zimmer heizen, und nicht: die Luft im Zimmer heizen. Alles im Zimmer muss geheizt werden.

Die nämliche Erfahrung hat jeder von uns auch schon in umgekehrter Weise gemacht, in Fällen, wo der Verlust durch Strahlung ungewöhnlich beschränkt wird. Ich erinnere Sie an einen gedrängt vollen Saal bei warmer feuchter Luft. Wie heiss wird einem da oft der Kopf und der ganze Leib, und wenn man zufällig auf ein Thermometer im Saale blickt, glaubt man, es zeige nicht richtig — man liest oft nur 16 bis 17° R. ab, eine Temperatur, bei der man sich in seinem Zimmer ganz anders und so viel behaglicher befindet. — Auch diese Erscheinung erklären Sie mir ganz richtig, wenn Sie sagen, das macht eben das Gedränge. Wie leicht athmen wir auf, wenn wir aus dem Gedränge in ein Nebenzimmer treten, um dort — wie wir sagen — etwas frische Luft zu schöpfen, und wenn wir aufs Thermometer sehen, ist es im Nebenzimmer oft so warm, wie im Saale, und wenn wir die Luft eudiometrisch untersuchen, so ist der Unterschied im Saale und im Nebenzimmer so unbedeutend, dass man daraus unmöglich unsere verschiedenen Empfindungen erklären kann. Worin liegt also wohl der Unterschied zwischen einem von Menschen vollen und leeren Saale, wenn in beiden Fällen die Temperatur der Luft gleich ist? In einem Gedränge fällt die seitliche Strahlung der Wärme grösstentheils ganz weg. Jeder Körper ist umgeben von gleich warmen anderen Körpern, Einnahme und Ausgabe durch Strahlung decken sich, die Entwärmung der Einzelnen wird wesentlich auf die beiden anderen Wege, auf Leitung durch die Luft, die inzwischen über Einen hinzieht, und durch Wasserverdunstung aus der Körperoberfläche beschränkt. Die Poren der Haut öffnen sich bei solchen Gelegenheiten deshalb auch oft wie Schleussen. Zugleich treibt es uns, die Luft rascher, d. h. in grösserer Menge über uns weg zu führen, den Abfluss durch Leitung und womöglich auch durch Verdunstung zu vermehren, wir greifen zum Fächer, um die steigende Hitze auf diesen beiden anderen Wegen los zu werden.

Der Verlust durch Strahlung kann unter Umständen ein sehr beträchtlicher sein, 50 Procent der ganzen Wärmemenge fliessen gewöhnlich auf diesem Wege ab. Sie verdient deshalb alle Beachtung.

Namentlich ist ungleichseitige Abstrahlung schädlich, Sitzen oder Liegen an einer kalten Wand, die nicht mit schlechten Wärmeleitern bedeckt ist, am Fenster u. s. w. [In den Schulbänken werden an den Eckplätzen namentlich die gegen die Fensterseite gekehrten Körpertheile der Kinder immer etwas anders entwärmt, als die einem Nachbar zugekehrten.] Es giebt da überhaupt eine grosse Anzahl von praktischen Fällen, die lange noch nicht gehörig gewürdigt sind.

Betrachten wir nun einige Fälle, in denen die Entwärmung durch Verdunstung in den Vordergrund tritt, oder vorwaltend empfunden wird. Am bekanntesten ist das Experiment, das man oft im Freien bei ganz ruhiger Luft und wolkenlosem Himmel macht, um zu erkennen, von welcher Seite die Luft kommt. Man befeuchtet den Zeigefinger und streckt ihn in die ruhige Luft empor. Man spürt dann in der Regel den Finger an einer Seite kühler werden, das ist die Seite, von welcher die Luft kommt, in welcher mehr Wasser verdunstet. Ist die Luft verhältnissmässig trocken, so geht das Experiment immer sehr gut, ist sie aber mit Wasserdunst schon ganz oder nahezu gesättigt, dann gelingt es schlecht, weil vom Finger zu wenig Wasser verdunstet, um deutlich fühlbare, vermehrte Abkühlung zu erzeugen.

Ganz ähnlich verfährt unser Organismus in allen Fällen, wo entweder im Innern mehr Wärme erzeugt wird als gewöhnlich, oder wo die beiden anderen Wege weniger Wärme abführen. Unser Organismus besitzt die Fähigkeit, die feinsten Blutgefässe in der Haut und in den inneren Organen zu erweitern und zu verengern. Die Gefässnerven, welche diese Bewegungserscheinungen auslösen, heissen vasamotorische, sie sind zwar unserer Willkür entrückt, aber sie werden von äusseren Einflüssen, sogenannten Reizen, zu unwillkürlichen Reflexbewegungen veranlasst. Wer erröthet, dem gehen buchstäblich auch die Hitzen aus, dessen Blutgefässe in der Haut der Wangen erweitern sich und es strömt mehr Blut nach der Peripherie und fliesst dadurch mehr Wärme ab. Unter ähnlichen Umständen strömt in Folge vasamotorischer Nerveneinflüsse überhaupt mehr Blut in die Haut und nach der Oberfläche als sonst, die ganze Oberfläche unseres Körpers wird so zu sagen wärmer und wasserreicher, es kann nicht bloss mehr Wärme durch Strahlung und Leitung abgegeben werden, sondern es verdunstet in gleicher Zeit auch viel mehr Wasser.

Welchen Werth für die Entwärmung die Verdunstung hat, kann daraus abgenommen werden, dass ein Gramm Wasser, um gasförmig zu werden, 560 Wärmeeinheiten bindet, oder absorbirt.

Professor Voit und ich haben mit Hilfe des grossen Respirationsapparates, welcher zum Attribut der Hygiene an der Universität München gehört, und der ein grossmüthiges Geschenk des höchst seligen Königs Max II. von Bayern ist, an Menschen und Thieren die in 24 Stunden abdunstenden Wassermengen bestimmt, und constant gefunden, dass bei gesteigertem Stoffwechsel, es mochte die Steigerung von grösserer Nahrungsaufnahme, oder von vermehrter Muskelanstrengung herrühren, stets mehr Wasser unter sonst gleichen Verhältnissen verdunstet wurde. Wir haben den Menschen bei Ruhe und Arbeit darauf untersucht und gefunden, dass er durch Athem und Haut an einem Ruhetage z. B. oft nur 900 Grammen Wasser in 24 Stunden verdunstet hat, an einem Tage mit anstrengender Arbeit hingegen 2000 Grammen, wodurch einmal 504 000, das anderemal 1 120 000 Wärmeeinheiten dem Körper durch Verdunstung abgenommen wurden.

Das erklärt auch, wie es kommen kann, dass selbst bei der anstrengendsten Arbeit unser Blut nicht heisser, ja gar nicht selten sogar etwas kühler wird. Letzteres hat man in neuerer Zeit namentlich bei Bergbesteigungen mehrfach constatirt. Professor Lortet in Lyon hat bei einer Besteigung des Montblanc in Mund- und Achselhöhle während des Steigens eine geringere Wärme gehabt, als die normale, welche sich erst beim Ausruhen wieder einstellte. Auf so hohen Bergen begünstiget schon der Nachlass des Atmosphärendruckes den peripheren Kreislauf, auch liefert die Anstrengung viel mehr Wasser zur Verdunstung auf die Oberfläche, und dieses verdunstet auch wieder schneller da oben als im Thale, entsprechend dem geringern Luftdrucke. Auch Luftschiffer klagen in bedeutenden Höhen sehr regelmässig über grosse Trockenheit im Munde. Aehnliches haben Professor Voit und ich bei den Versuchen gefunden, welche wir gegenwärtig in Verbindung mit Professor Recknagel speciell zum Studium der Wärmeökonomie anstellen, für welchen Zweck wir den Respirationsapparat auch in ein Calorimeter für einen Menschen umgewandelt haben. Namentlich bei sechsstündiger anstrengender Arbeit kommt der Mensch in der Regel kühler aus dem Apparate, als er hineingegangen, oder als er nach sechsstündiger Ruhe heraus kommt. Eine Bedingung ist, dass die Ventilation des Apparates kräftig sei. Gewöhnlich strömen bei diesen Versuchen in der Stunde 50 000 Liter oder 50 Kubikmeter Luft durch den Apparat. Bei geringerer Ventilation würde weniger Wasser verdunsten können, und dem entsprechend weniger Wärme auf diesem Wege abfliessen.

Sie sehen, welch wirksames Mittel der Entwärmung unserm Körper durch Entwickelung des peripheren Blutkreislaufes und gesteigerte Wasserverdunstung zu Gebote steht, wenn die anderen Wege nicht genug abführen, aber auch, wie gefährlich dieses Mittel werden kann, wenn es in Thätigkeit gesetzt wird oder bleibt, sobald auch auf den anderen Wegen beträchtliche Wärmemengen abfliessen. Wenn man erhitzt mit feuchter Haut plötzlich in einen kalten Raum tritt, wo die Abstrahlung der Wärme sich sofort steigert, wo auch viel Wärme an die kalte Luft durch Leitung abgegeben wird, erleidet man theils so abnorme Wärmeverluste, theils so gewaltsame plötzliche Aenderungen im Kreislaufe, dass man darnach krank wird. Die sogenannten Erkältungskrankheiten sind zahlreich und manche sehr schmerzlich und gefährlich. Wenn wir hingegen so grosse Wechsel nicht schnell oder grell, sondern langsam vornehmen, setzen sich die drei Abflusswege von selbst wieder in ein Gleichgewicht. Unser Organismus ist ein treuer und kluger Diener, er hilft sich selbst und seinem Herrn, wenn wir ihm nur etwas Zeit lassen, und ihn nicht allzusehr misshandeln. Ich werde bei der Ventilation noch eigens auch von der Zugluft sprechen.

Auch der dritte Weg des Wärmeabflusses durch Leitung, durch Erwärmung des uns von allen Seiten umgebenden Mediums, der Luft, ist von grosser Wichtigkeit, und muss unter Umständen oft bis zu einem beträchtlichen Grade für die beiden anderen Wege eintreten. So lange unser Körper wärmer ist, als die ihn umgebende Luft, wird diese überall, wo sie ihn berührt, wärmer, im nämlichen Augenblicke aber wird sie auch leichter und wird von der umgebenden kälteren und schwereren Luft verdrängt, die sich gleichfalls wärmt, um von einer nachfolgenden kältern Schicht wieder verdrängt zu werden. Jeder Mensch, welcher in der ruhigen Luft eines Zimmers steht, verursacht an seinem Körper einen aufsteigenden Luftstrom, wie jeder Zimmerofen thut, sobald er geheizt wird. Wenn man zwischen Rock und Weste ein empfindliches Anemometer bringt, so beobachtet man in der Regel, dass dieser aufsteigende Luftstrom so lebhaft ist, dass er sogar die kleinen Windflügel des Instrumentes dreht. Wir halten die Luft in diesem Saale für ruhig, jeder glaubt ganz windstill zu sitzen, und doch ist die in diesem Raume befindliche Luft in tausendfacher Bewegung und beständiger Unruhe nach allen Seiten hin, wir sind nur so glücklich, Nerven zu haben, die davon nichts empfinden, und deshalb behaupten wir mit derselben Zuversicht, es rühre sich nichts, wie ein Schwachsichtiger die Gegenwart eines

Gegenstandes verneint, welchen er nicht sieht, der aber auch für ihn zu sehen ist, sobald er ein Fernglas anwendet. — Wer jetzt im Augenblicke alle Bewegungen der Luft in diesem Saale sehen oder fühlen könnte, der müsste rasend werden. Das deutlichste Bild geben die Riechstoffe in der Luft. Wenn an irgend einer Stelle ein sehr intensiver Geruch entwickelt wird, wenn z. B. Leuchtgas ausströmt, in wenigen Secunden wird es im ganzen Saale wahrgenommen. Unsere Nerven sind glücklicherweise so organisirt, dass sie die Luft als bewegten Körper erst zu fühlen anfangen, wenn ihre Geschwindigkeit schon 1 Meter in der Secunde erreicht. Bei einer Geschwindigkeit von $^1/_2$ oder $^1/_3$ Meter in der Secunde glauben wir noch absolute Ruhe, völlige Windstille wahrzunehmen. Den meisten Menschen erscheint das unwahrscheinlich, weil der Beweis nicht in unserer unmittelbaren sinnlichen Wahrnehmung liegt, welche uns sogar zum entgegengesetzten Glauben bestimmt, sondern nur in Schlussfolgerungen aus anderen Beobachtungen ruht; davon aber kann sich Jedermann jeden Augenblick in der ruhigen Luft eines Zimmers überzeugen, dass unsere Nerven Geschwindigkeiten der Luft von $^1/_2$ Meter in der Secunde noch gar nicht wahrzunehmen im Stande sind. Es ist ganz der gleiche Fall, ob die Luft stillsteht und z. B. meine Hand mit einer bestimmten Geschwindigkeit in derselben bewegt wird, oder ob meine Hand stillsteht, und die Luft darüber bewegt wird. Wenn ich nun meine Hand ausstrecke, und sie in der Luft dieses Saales binnen einer Secunde einen Weg von einem halben Meter machen lasse, so macht diese Geschwindigkeit auf meine Nerven nicht den geringsten Eindruck; um einen Widerstand oder eine vermehrte Abkühlung zu spüren, muss ich die Hand viel schneller bewegen.

Ich benutze die Gelegenheit, um Sie gleich auf die durchschnittliche oder mittlere Geschwindigkeit der Luft im Freien aufmerksam zu machen, ein Gegenstand, welcher von den Wenigsten richtig beurtheilt wird, ohne dessen richtige Erkenntniss man aber nie eine richtige Vorstellung von dem eigentlichen Unterschiede zwischen dem Aufenthalte im Freien und im Zimmer bekommt. Die Bestimmung der Luftgeschwindigkeit erfolgt durch Anemometer, auf deren nähere Beschreibung ich nicht eingehen kann. Die Geschwindigkeit der Luft im Freien wechselt bekanntlich sehr, wird aber von den Meteorologen in unserm gemässigten Klima im Mittel zu 3 Metern in der Secunde angegeben. Die Luft macht also durchschnittlich 10 bis 11 Kilometer Weg in einer Stunde, 7·24 Kilom.

= 1 deutsche Meile. Denken Sie sich diese Geschwindigkeit auf einen Querschnitt oder Rahmen angewendet, in welchen etwa ein Mensch passt, nicht ganz 2 Meter hoch und etwas über ½ Meter breit, dass er eben einen Quadratmeter Fläche misst, so können Sie leicht berechnen, wie viel Kubikmeter Luft im Freien bei mittlerer Geschwindigkeit über einen Menschen hinziehen, wenn Sie Querschnitt mit Geschwindigkeit multipliciren, nämlich

in der Secunde	3	Kubikmeter
in der Minute	180	„
in der Stunde	10 800	„

Ich werde Sie in einer der nächsten Vorlesungen, wenn ich von Ventilation der Wohnungen spreche, an diese Grösse wieder erinnern. Ich habe sie Ihnen jetzt bereits mitgetheilt, damit es Ihnen dann nicht zu sehr auffällt und Sie es als keine zu übertriebene Forderung betrachten, wenn man bei Ventilationsanlagen für Krankenhäuser z. B. 60 Kubikmeter Luftwechsel per Bett und Stunde verlangt. Es ist diese Menge, welche Vielen so enorm scheint, immer erst der 180. Theil der Luftmenge, welche im Freien bei mittlerer Luftgeschwindigkeit auf einen Menschen heranströmt. Sie sehen daraus, dass wir im Freien viel mehr Wärme auf dem dritten Wege, auf dem der Leitung abgeben, als im Zimmer, und dass daher im Zimmer verhältnissmässig mehr durch Strahlung und Verdunstung fortgeschafft werden muss.

Ein welch mächtiger Factor der Wärmeverlust durch Leitung ist, erfahren wir am allerdeutlichsten, wenn wir die uns umgebende Luft mit einem andern flüssigen Medium vertauschen, welches die Wärme besser leitet als Luft, und welches überhaupt viel mehr Wärme aufzunehmen vermag, ich meine mit Wasser. In einer Luft von nur einigen Graden Celsius über Null können wir mässig bekleidet sehr gut aushalten, wenn wir aber mit der nämlichen Kleidung in ein Wasser steigen, welches auch nur einige Grade über Null hat, so frieren wir empfindlich, — und würden in einigen Stunden zu Tode frieren, obschon die Verluste durch Verdunstung ganz aufhören, und die Verluste durch Strahlung auf ein Minimum herabsinken. In heissen Klimaten sind daher tägliche Bäder sehr dienlich zur nöthigen Abkühlung des Körpers, wenn das Wasser auch nicht viel, oder gar nicht kühler als die Luft ist.

Auch in der Luft wird der Wärmeverlust durch die Leitung um so grösser, je niedriger die Temperatur der Luft ist, welche uns umfliesst, und je grösser die Geschwindigkeit ihrer Strömung. Das erklärt einerseits, warum es uns überflüssig scheint, bei ruhiger

und kühler Luft einen Fächer zu brauchen, während dieses Instrument bei höheren Temperaturen oft so wohlthätig wirkt, und anderseits, warum überhaupt eine bewegte warme Luft uns viel kühler vorkommt, als eine ruhige von ganz gleicher Temperatur. Denken Sie an die Schwüle vor einem Gewitter, so lange die Luft noch ganz ruhig ist, und um wie viel leichter uns augenblicklich wird, sobald sich vom Wetter her der erste Wind erhebt. Die Luft ist da noch nicht kühler geworden, nicht weniger mit Wasserdunst gesättigt als zuvor, und doch nimmt sie uns so viel mehr Wärme ab, dass sie uns weniger schwül, ja selbst kühl dünkt, nur weil sie rascher über uns wegzieht. Wenn wir uns in einer heissen feuchten Luft fächeln, geht ganz das Nämliche vor sich, auch da geht in der Zeiteinheit nur eine grössere Luftmasse über uns weg, als wenn die Bewegung der Luft sich selbst überlassen wird. Der Fächer ändert nichts an der Temperatur und nichts am Wassergehalte der Luft, er vermehrt bloss die Geschwindigkeit derselben, und verschafft uns, namentlich an den unbedeckten oder nur leicht bedeckten Körpertheilen, Kühlung durch vermehrte Ableitung von Wärme. Deshalb ist auch der Fächer bei solchen Gelegenheiten mehr Instrument für Damen als für Herren, weil bei Damen theils die unbedeckten Körpertheile grössere Flächen darbieten, theils viel leichter bedeckt sind, als bei Herren, namentlich was Rumpf- und Halsgegend betrifft.

So lange die Luft das uns umgebende Medium ist, verbindet und vergesellschaftet sich mit dem gesteigerten Verlust durch Leitung gleichzeitig in der Regel auch eine vermehrte Verdunstung, wenigstens so lange der periphere Kreislauf des Blutes in der Haut lebhaft entwickelt bleibt und die Luft nicht ganz mit Wasserdunst schon gesättigt ist. Der Fächer kühlt selten ausschliesslich nur durch vermehrte Leitung, sondern theilweise meistens auch noch durch vermehrte Verdunstung. Das Fächeln mit trockner Luft wirkt daher noch viel kühlender, als mit feuchter Luft von gleicher Temperatur. Wir alle wissen, um wie viel rascher nasse Wege und nasse Wäsche trocknen bei lebhaftem Winde, als bei ruhiger Luft. Im Winde ganz feuchter Luft aber trocknet nichts, wenn er auch noch so heftig weht. Wenn unser Körper sich mit Schweiss übergiesst, dann bietet die Turgescenz der Haut nicht bloss eine Gelegenheit zum Abfluss einer grössern Wärmemenge durch Erweiterung aller Hautgefässe an die vorüberziehende Luft durch Leitung, sondern meistens auch noch durch Verdunstung dar.

In südlichen Klimaten, zur heissesten und feuchten Zeit des Jahres, wo der Körper sehr wenig Wärme durch Strahlung an kältere Ge-

genstände losbringen kann, wo auch die Temperatur der umgebenden Luft sich zeitweise sehr der Temperatur unseres Blutes nähert, ja dieselbe manchmal, wenigstens für einige Stunden im Tage, sogar übertrifft, da wird dem Europäer oft zum Verschmachten heiss, und er hat, abgesehen von zeitweisen Bädern, kein anderes praktisches Mittel dagegen, als den Schatten und den Fächer. Im Schatten ist die Luft nicht bloss kühler, sondern auch immer bewegter, als in der Sonne. Der Schatten lässt die von ihm bedeckte Fläche von der Sonne nicht so hoch erwärmen, als die von dieser beschienene Umgebung erwärmt wird. Jede Temperaturdifferenz aber zwischen sich nahe liegenden Luftschichten ist auch Ursache zur Luftbewegung, zu Luftströmungen, denn ungleich warme Luftschichten sind ungleich schwer, daher nicht im Gleichgewicht und suchen die Störung desselben durch Bewegung auszugleichen. Jedermann kann sich davon leicht überzeugen, der im Sommer bei ruhiger Luft über eine zeitweise von der Sonne beschienene, abwechselnd von einer Wolke beschattete Fläche, über einen grossen Platz, über ein Feld oder eine Wiese geht. So lange uns die Sonne bescheint, fühlen wir keine Bewegung der Luft, ist es ganz windstill, sobald wir aber in den Schatten der Wolke, oder in den Schatten eines Hauses oder Baumes kommen, erhebt sich sofort ein sanfter Wind. Der Schatten hat also nicht bloss den Werth, dass er die directen Sonnenstrahlen von uns abhält, sondern er vermehrt auch die Ventilation der beschatteten Stelle.

Der Fächer wirkt in der nämlichen Richtung. Jeder Engländer im Süden der indischen Halbinsel braucht zu gewissen Zeiten des Jahres ein paar Eingeborene als Diener, welche in seiner Wohnung, dem luftigen Bungalow, die Fächermaschine, das Pankah, fortwährend in Bewegung setzen, damit die Luft des Südens dem fremden Herrn durch vermehrte Leitung und Verdunstung so viel Wärme abnehme, dass sein Blut nicht heisser wird, als in seiner nordischen Heimat, $37^1/_2{}^0$ C. Zur Zeit, wo die Luft wärmer als unser Blut, z. B. 40^0 C., warm ist, was in der heissen Zone nicht selten einige Stunden des Tages hindurch der Fall ist, und wo der Mensch ja auch noch existiren soll, namentlich wenn auch die Wände des Hauses nicht mehr kühl genug sind, um an sie noch Wärme durch Strahlung zu verlieren, wird man lediglich auf den Wärmeverlust durch Verdunstung angewiesen sein. Die Wirkung derselben hängt unter Anderm wesentlich auch davon ab, wie trocken oder feucht die uns umgebende Luft bereits ist. Je trockner die heisse Luft ist, desto mehr Wasser vermag sie unserer Haut und unseren Athemwegen oder unserer absichtlich befeuchteten Um-

gebung zu entziehen, und damit auch um so mehr Wärme auf diesem Wege abzunehmen, — je feuchter sie bereits ist, desto weniger.

Damit Sie ein Bild, eine Vorstellung bekommen, um welche quantitative Unterschiede es sich da handelt, wollen wir die Entwärmung durch die Athemluft bei verschiedenen Temperaturen und verschiedenem Wassergehalt der eingeathmeten Luft betrachten. Bei gleichem Körperzustande haben wir bei 0° und bei 30° C. das ganz gleiche Athembedürfniss, was wir in Uebereinstimmung mit unserer obigen Annahme in 24 Stunden auf 9000 Liter setzen wollen. Nach Berechnungen verliert ein Erwachsener durch den Athemprocess 293 040 Wärmeeinheiten, wenn die geathmete Luft 0° hat und ganz trocken ist; 279 090 Wärmeeinheiten, wenn sie bis zur Hälfte mit Wasserdunst gesättigt ist, und 265 050, wenn sie ganz gesättigt ist. Der Unterschied zwischen Minimum und Maximum beträgt etwa 28 000 Wärmeeinheiten, also noch nicht 1 Procent des Gesammtwärmeabflusses. Beim Athmen einer Luft von 30° C. aber verlieren wir 274 050 Wärmeeinheiten, wenn die Luft ganz trocken, 189 720 Wärmeeinheiten, wenn die Luft halb gesättigt, und nur 105 390 Wärmeeinheiten, wenn die Luft ganz mit Wasser gesättigt ist. Bei dieser hohen Temperatur beträgt der Unterschied zwischen Maximum und Minimum 168 660, also sechsmal mehr als im vorigen Falle bei niedriger Temperatur.

Höchst lehrreich ist der Vergleich zwischen den Grössen des Wärmeverlustes beim Athmen von absolut trockner und von mit Wasserdunst gesättigter Luft bei 0° und 30° C. Wir verlieren

bei 0° warmer und trockner Luft	293 040	W.-E.
bei 30° „ „ „ „	274 050	„
also nur ein Unterschied von etwa	19 000	„
bei 0° warmer und ganz feuchter Luft	265 050	„
bei 30° „ „ „ „ „	105 390	„
also ein Unterschied von fast	160 000	„

oder achtmal so viel, was man beim Athmen von so warmer und feuchter Luft weniger anbringt, als wenn die Luft gleich warm, aber ganz trocken ist. Man sieht, um wie viel die verschiedene Trockenheit der Luft mehr ausgibt, als die verschiedene Temperatur derselben, und weshalb wir uns in Luft von ein und derselben Temperatur einmal kälter, ein andermal wärmer fühlen können.

Sie sehen auch, dass es oft viel schwerer ist, die Wärmeökonomie in der heissen Zone, als in der kalten richtig zu führen. Wir haben durchschnittlich viel bessere Mittel, uns warm zu halten, als uns abzukühlen. Deshalb degenerirt die europäische Race so

unvermeidlich unterm Aequator. Die Leistungsfähigkeit des Körpers hängt von einem gewissen Stoffverbrauch ab, und dieser erzeugt unvermeidlich eine bestimmte Menge Wärme, welche regelmässig abfliessen muss. Der Hindu in Indien, welcher den Engländer dort fächeln muss, erträgt die Hitze in dem Maasse besser, als er weniger isst und weniger Wärme in sich erzeugt und abzuführen hat. Seine Gesammtleistungsfähigkeit steht aber auch wieder in Verhältniss zu seinem Gesammtstoffverbrauch. Der Europäer wird so lange in der heissen Zone degeneriren, als man nicht Mittel findet, ihn besser und regelmässiger auf irgend einem der drei Wege nach Bedürfniss zu entwärmen. Auf ein ziemlich wirksames Mittel sind die reichen Engländer in Indien bereits verfallen, sie bauen sich Häuser mit sehr dicken Mauern und grossen Quadern. Solche Wände erwärmen sich während der heissern Jahreszeit nur wenig über die mittlere Temperatur des Jahres. Solche Wände kühlen dann nicht bloss die Luft, die im Hause wechselt, sondern der Körper verliert auch ebenso durch Strahlung Wärme an sie, wie bei uns in dem Falle vom unausgeheizten Zimmer. Der einzige Unterschied ist, dass dieser Verlust in einem heissen Klima wohlthätig, bei uns im kalten Klima schädlich wirken kann. Ein weiteres Mittel wäre, die Luft im Hause durch Wasserentziehung trockener zu machen.

Ich habe mich bei dem Process der Entwärmung des Menschen, welcher Gegenstand doch nur die Einleitung zu meinen angekündigten Vorträgen bilden soll, etwas lange aufgehalten, — aber ich konnte Ihnen dieselbe nicht ersparen und wüsste sie auch nicht viel kürzer zu machen. Wer von diesem Processe kein richtiges Bild hat, kann die Functionen unserer Kleidung und Wohnung nie richtig auffassen und verstehen lernen. Ich habe deshalb geglaubt, auf Ihre Nachsicht und Geduld rechnen zu dürfen.

Eine der Hauptwaffen, deren sich der Mensch in seinem Kampfe ums Dasein auf den verschiedensten Punkten der Erde bedient, ist die menschliche Kleidung. Im gewöhnlichen Leben wird die grosse culturgeschichtliche physiologische Bedeutung der Bekleidung fast gar nicht mehr beachtet, man spricht gewöhnlich bloss von den sittlichen und ästhetischen Zwecken, welche mit der Kleidung nebenbei verfolgt werden, der eigentliche Hauptzweck derselben aber, welcher ein rein hygienischer ist, wird nur selten besprochen. Ich halte das für ein Uebel, denn es hat dieses Vergessen der Hauptsache die Menschen allmälig zu sehr unter die Herrschaft von Nebensachen

gebracht, sie lassen sich unter Umständen viel mehr von der jeweiligen Sitte und Mode, als von der Zweckmässigkeit der Kleidung bestimmen. Sittlichkeit und Schönheit sind nicht von Kleidern abhängig, können nicht mit Kleidern hervorgerufen und nicht damit erhalten werden, diese grossen Eigenschaften könnten auch ohne alles Gewand bestehen, als nackte Tugend, als nackte Schönheit, — aber der menschliche Leib könnte so, wie er ist, in unserm Klima nicht, oder nur höchst nothdürftig und unvollkommen bestehen ohne Kleidung, welche für unsere Gesundheit viel unentbehrlicher ist, als für unsere Tugend und Schönheit.

Die Frage, was wir in unserm Befinden alles dadurch ändern, dass wir uns mit verschiedenen Kleidungsstücken bedecken, erheischt eine lange, lange Antwort, die ich Ihnen unmöglich in einigen Stunden ganz geben kann, aber wenn ich Ihnen die Frage auch nicht vollständig beantworten kann, so will ich es doch bruchstückweise versuchen.

Wenn ich einen Theil meines Körpers mit einem Stoffe bedecke, so ändere ich den Wärmeabfluss auf allen drei vorhin bezeichneten Wegen, ohne aber einen einzigen ganz zu versperren oder auszuschliessen.

Betrachten wir zuerst den Weg der Strahlung. Diese erleidet ein Hemmniss, insofern unsere Oberfläche nicht nach entfernten kälteren Gegenständen im Raume direct ausstrahlen kann, sondern zunächst nur nach dem bedeckenden Stoffe, welcher diese Wärme aufnimmt. Nach dem Gesetze der Wärmeleitung und Strahlung muss nun die von meinem Körper in den Kleidungsstoff übergestrahlte Wärme durch den Stoff hindurch weiterstrahlen oder geleitet werden, und erst auf der Oberfläche angekommen, kann dann die Wärme wieder so nach entfernteren kälteren Gegenständen hin ausstrahlen, wie sie von der nackten Körperfläche ausstrahlen würde. Durch die Kleidung behalten wir daher die sonst sofort ausstrahlende Wärme in der unmittelbarsten Nähe unserer Körperoberfläche noch längere Zeit zurück. Die leichteste Bedeckung macht sich schon als eine Verlangsamung, als ein Hinderniss der Strahlung bemerkbar, der dünnste Schleier hält schon wärmer als gar nichts. Unser Körper verhält sich genau so, wie der Körper unserer Mutter Erde. In windstillen heiteren Nächten verliert die Erde so viel Wärme an den kalten Weltenraum, dass auf ihrer Oberfläche durch Strahlung eine solche Kälte entsteht, dass sich das Wasser der Luft als Thau und unter Umständen sogar als Reif, als Eis darauf niederschlägt, wie das Wasser einer warmen Zimmerluft auf eine kalte

Fensterscheibe, die von aussen abgekühlt wird; aber wenn die Erde während der Nacht nur mit einem Wolkenschleier bedeckt ist, erkältet sie sich nie so weit, dass es zur Thaubildung kommt.

Es giebt Stoffe, welche die Wärmestrahlen unabsorbirt durch sich hindurchgehen lassen, sogenannte diathermane Stoffe, zu denen z. B. der Kochsalzkrystall gehört, aber wir kleiden uns nicht in solche Stoffe, alle unsere Kleidungsstoffe sind nicht diathermane Stoffe, welche alle Wärmestrahlen, die von einer Seite kommen, aufsaugen. Die absorbirte Wärme muss erst durch das ganze Kleid gehen und kann erst auf der Oberfläche desselben wieder weiter so ausstrahlen, wie sie von der unbedeckten Haut ausgestrahlt wäre. Der Durchgang der Wärme durch diese künstliche Körperoberfläche hängt wesentlich von der Wärmeleitungsfähigkeit des Stoffes und von seiner Masse ab, d. i. von der Länge der Zeit und des Weges, welche die Wärme zurücklegen muss, bis sie von der Hautoberfläche zur jenseitigen Oberfläche des Gewandes gelangt. Wir heizen auf diese Art mit der abstrahlenden Wärme die ganze unmittelbare Umgebung unseres Körpers beständig in einer gleichmässigen Weise und befreien dadurch unsere nervenreiche Haut von den so höchst zahlreichen, theils lästigen, theils schädlichen Einflüssen jedes raschen Wechsels der Wärme unmittelbar auf der Haut.

Die Wärme bleibt nicht in den Kleidern, sie geht beständig durch, nur schneller oder langsamer, und erwärmt bis zu einem bestimmten Grade auch die Luftschicht, welche unsere nerven- und gefässreiche Haut in den Kleidern umgibt, und die, wie wir gleich sehen werden, beständig wechselt, ja wechseln muss, wenn wir uns behaglich fühlen sollen. Wir verlieren in der Winterkälte im Freien aus unseren richtig gewählten Kleidern unsere Körperwärme ohne jede Empfindung von Frost, bloss weil wir den Ort, wo sich die grosse Differenz zwischen der Temperatur unseres Blutes und der Temperatur der Winterluft ausgleicht, von unserer nervenreichen Haut hinweg in ein lebloses, empfindungsloses Stück Zeug verlegen, wir lassen nicht unsere Haut, sondern nur unsere Kleider kalt werden, diese müssen für uns frieren. Genau so wie die Kleider des Menschen verhalten sich die nervenlosen Gebilde der thierischen Haut, Haare und Federn, wie wir bald sehen werden.

In dem Maasse als die Wärmeverluste nach aussen wachsen, während die Wärmebildung im Innern sich nahezu gleich bleibt, fühlen wir das Bedürfniss, die Wärme immer langsamer aus der unmittelbaren Nähe unseres Körpers zu entlassen. Dieses Geschäft

einer gewissen Regulirung besorgt bis zu einem gewissen Grade schon der unbekleidete Körper von selbst, ohne unser Zuthun. Ein gewisser Wärmeverlust löst eine gewisse Bewegung unserer vasamotorischen Nerven aus, ähnlich wie ein gewisser Kohlensäuregehalt des Blutes die Athembewegungen. In Folge dieses Nerveneinflusses verengern sich alle feinen Blutgefässe unserer Körperoberfläche, es strömt weniger Blut und damit auch weniger Wärme zum Abfluss an die Oberfläche, und es darf uns eine Zeit lang frieren, ohne dass zu befürchten ist, dass wir auch im Innern kälter werden. Das Gefühl des Frostes auf der Haut ist nicht maassgebend für die Temperatur im Innern des Körpers, es gibt sogar eine Krankheit, das sogenannte kalte Fieber, oder Wechselfieber, wo während des Frostanfalles die Temperatur der inneren Organe beträchtlich steigt, weil in Folge eines Gefässkrampfes in der Haut, welcher hier nicht wie beim gewöhnlichen Froste eines Gesunden von äusserer Kälte, sondern wahrscheinlich von dem Malariagifte ausgelöst wird, zu wenig Wärme in die Haut geführt wird. Dieser natürliche Regulator für den Wärmeabfluss kann aber nur bis zu einem gewissen Grade und bis zu einer gewissen Zeit der Wärmeökonomie genügen. Bei höherer Kälte oder längerer Andauer auch geringerer Kältegrade würde das Zurückdrängen des peripherischen Kreislaufes doch nicht mehr genügen, theils weil der Wärmeabfluss zu gross würde, theils weil die Spannkraft des Regulators allmälig doch erlahmen müsste, so dass wir besser thun, den Wärmeabfluss durch mehr Kleider zu verlangsamen und die vasamotorische Kraft zu schonen. Auf vielfache Erfahrung gestützt, ziehen wir dann mehrere Kleider übereinander, und es verhält sich das untere zu dem obern Kleide stets ebenso, wie die Haut zur untersten oder ersten Umhüllung. Von diesem Gesichtspunkte aus bitte ich die Aufeinanderfolge von Hemd, Weste, Rock, Ueberrock und Mantel u. s. w. zu betrachten, wodurch wir den vasamotorischen Nerven den grössten Theil ihrer Arbeit ersparen.

Es ist eine offene Frage, welche gegenwärtig bei dem unvollkommenen Stande unseres hygienischen Wissens noch nicht gehörig beantwortet werden kann, wie weit wir die Regulirung des Wärmeabflusses durch Kleidung vornehmen sollen, wie weit wir sie mit Vortheil unserm Organismus und seiner Fähigkeit, mehr oder weniger Wärme aus den Centren nach der Peripherie des Körpers zu schaffen, überlassen können. Diese Mithilfe, diese Selbstthätigkeit des Organismus und die Fertigkeit, welche durch häufige Uebung dieser Function erlangt wird, bezeichnet man gewöhnlich

mit dem Ausdrucke Abhärtung, das Gegentheil mit Verweichlichung. Die Abhärtung wird zwar nie ganz entbehrlich sein, man darf sie aber doch auch nicht zu hoch anschlagen, oder zu sehr in Anspruch nehmen. Man muss die Fähigkeit besitzen und bereit haben, braucht aber nicht immer Gebrauch davon zu machen. Der Zweck aller Cultur ist, die grösste Wirkung mit dem geringsten Aufwand von Mitteln zu erzielen, man soll immer das Mittel wählen, was den Zweck erreichen lässt, ohne unsere Kräfte zu erschöpfen, um diese nicht höheren Zwecken zu entziehen; und so sollte man auch bei Lösung der Aufgaben, welche uns die Verwaltung der Wärmeökonomie stellt, in allen Fällen, wo es angeht, die Kleider jeder überflüssigen Abhärtung vorziehen. Es ist nicht bloss überflüssig, sondern auch geradezu schädlich, sich abzunützen.

Dass von der Oberfläche unserer Kleider die Wärme unseres Körpers theilweise ausstrahlt, — ich glaube, dafür brauche ich Ihnen keine besonderen Beweise mehr beizubringen, das halten Sie schon für bewiesen und selbstverständlich; aber es wäre möglich, dass je nach der Natur, Beschaffenheit oder Farbe des Stoffes das Ausstrahlungsvermögen seiner Oberfläche sehr verschieden wäre. Darüber hat Dr. Krieger (1)[1], einer der wenigen Aerzte, welche sich um die Kleidung etwas näher umgesehen haben, die Versuche an Wolle, Waschleder, Seide, Baumwolle, Leinwand und Kautschukzeug angestellt und keinen wesentlichen Unterschied gefunden.

Krieger bekleidete Blechcylinder, welche mit warmem Wasser gefüllt sind, mit verschiedenen Stoffen und auf verschiedene Weise, und beobachtete die Abnahme der Temperatur des Wassers in bestimmten Zeiträumen. Bei einer Doppelschicht aus verschiedenen Zeugen, z. B. aus Leinwand und Wolle, Leinwand und Seide u. s. w., konnte man untersuchen, ob mehr Wärme abstrahlt, wenn Leinwand oder wenn Wolle u. s. w. die Aussenseite bildet. Für verschiedene Stoffe ergaben sich folgende Verhältnisszahlen:

Wolle	= 100
Waschleder	= 100·5
Seide	= 102·5
Baumwolle	= 101
Leinwand	= 102

Auch die Farbe der Zeuge hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Abstrahlung der Wärme, wir verlieren auf diesem Wege

[1]) S. Anhang.

durch einen schwarzen Rock nicht mehr und nicht weniger Wärme, als durch einen weissen oder blauen.

Anders verhält es sich bei der Aufnahme der sogenannten leuchtenden Wärme, bei den Wärmestrahlen, welche von leuchtenden Körpern, wie von der Sonne oder von Flammen, ausgehen; da zeigen sich Unterschiede, die zwar bei den verschiedenen Kleidungsstoffen von gleicher Farbe auch nicht sehr erheblich sind, die aber gross werden bei verschiedenen Farben. Für weisse oder überhaupt gleichfarbige Zeuge ergaben sich folgende Verhältnisszahlen:

Baumwolle . . .	100
Leinen	98
Flanell	102
Seidenzeug . . .	108

Bei verschieden gefärbtem Schirting aber wurden folgende Verhältnisszahlen gefunden:

weiss	100
blass schwefelgelb	102
dunkelgelb . . .	140
hellgrün	155
dunkelgrün . . .	168
türkischroth . . .	165
hellblau	198
schwarz	208

Wir ersehen daraus, was wir selbst schon oft wahrgenommen, dass im Sommer die Sonne, wenn sie uns bescheint, am wärmsten macht, wenn wir schwarz, am wenigsten warm, wenn wir weiss gekleidet sind. Das Auffallendste ist eigentlich, dass mit Ausnahme von Blassschwefelgelb jede Farbe die Absorption der leuchtenden Wärmestrahlen beträchtlich steigert, und dass Blau in dieser Hinsicht nicht viel weniger thut, als Schwarz. Sobald wir aber im Schatten sind oder unter einem Schirme, ist fast kein Unterschied mehr.

Wenn wir beim Wärmeverlust des bekleideten Menschen zunächst nur die Verluste durch Strahlung ins Auge fassen, und die beiden anderen Wege vorläufig unberücksichtigt lassen, so müssen wir uns noch fragen, um wie viel der Wärmeabfluss durch Strahlung verlangsamt wird, je nachdem die Wärme von der Oberfläche des Bekleideten durch mehrere Schichten von Zeugen hindurch zu wandern hat, ehe sie wieder von dem obersten ausstrahlen kann? Es ist das eigentlich die Frage nach der Wärmeleitungsfähigkeit der Stoffe und Zeuge.

Es ist bemerkenswerth und ein deutliches Zeichen, wie wenig man bisher die Hygiene vom Standpunkte der exacten Wissenschaften aufgefasst hat, dass über diese Frage noch so wenig experimentirt ist. Man kennt die Wärmeleitungsverhältnisse der verschiedenen Metalle, verschiedener Mineralien und chemischer Verbindungen, von Silber, Kupfer, Eisen, Kalkspath, Bleiweiss, Kohle u. s. w., — aber nicht von Wolle, Leinwand oder Leder. Wir sprechen zwar allgemein davon, dass wir uns der Kleider als schlechter Wärmeleiter bedienen, aber die einzige Versuchsreihe, welche mir darüber bekannt ist, widerspricht unseren landläufigen Vorstellungen ganz entschieden. Krieger hat bestimmt, wie viel Wärme ein mit warmem Wasser gefüllter Blechcylinder in einer bestimmten Zeit weniger verliert, wenn er mit enganliegender einfacher oder doppelter Schicht umwickelt ist. Da der Verlust durch Strahlung in beiden Fällen gleich bleibt, so muss bei doppelter Umhüllung der sich ergebende Unterschied ein Ausdruck für die Verzögerung des Wärmeverlustes durch Leitung sein. Da haben nun verschiedene Zeuge überraschend kleine Unterschiede gegeben. Die folgenden Zahlen geben an, um wie viele Procente durch straff angezogene Zeuge weniger Wärme abfliesst, wenn sie in doppelter Schicht liegen, als wenn sie einfach sind.

Eine Hemmung des Wärmeabflusses wird erzeugt durch

doppeltes dünnes Seidenzeug um .	3
Guttapercha	4
Schirting	5
feine Leinwand	5
dickeres Seidenzeug	6
dickere hausgemachte Leinwand . .	9
Waschleder	10 bis 12
Flanell	14
Sommerbockskin	12
Winterbockskin	16 bis 26
Doppelstoff	25 bis 31

Procent, d. h. wenn durch einfaches dünnes Seidenzeug 100 Wärmeeinheiten abfliessen, so fliessen durch dasselbe Zeug in doppelter Schicht 97 ab u s. w.

Mit diesen Versuchen ist allerdings die ganze Frage der Wärmeleitung der Kleidungsstoffe noch lange nicht erschöpft, aber eins geht unzweideutig schon aus diesen Zahlen hervor, nämlich dass nicht die Substanz und ihr Gewicht, sondern ihre Form und

ihr Volumen die Hauptunterschiede bedingt. Dünnes Seidenzeug und dickes Seidenzeug, feine Leinwand und grobe Leinwand sind dieselbe Substanz, und gleiche Flächen auch im Gewicht nicht so verschieden, als sie durch verschiedene Leitung den Wärmeabfluss hemmen, der bei doppelter Zeugschicht noch nicht 10 Proc. weniger, als bei einfacher Schicht beträgt.

Es lässt sich ferner beweisen, dass man wirklich bei ganz gleichbleibender Substanz des Stoffes und bei unverändertem Gewichte desselben grosse Aenderungen im Wärmeabfluss durch blosse Veränderung der Form und des Volums eines und desselben Stoffes erzielen kann. Bekleidet man einen mit warmem Wasser gefüllten Versuchscylinder mit gewöhnlicher Watte und beobachtet an dem eingesenkten Thermometer die Abnahme der Temperatur, so ergibt sich ein gewaltiger Unterschied, sobald man die nämliche Watte fest zusammen- oder plattdrückt, wodurch man bloss ihr Volumen verkleinert, ohne das Geringste am Gewicht zu ändern. Da steigert sich der Wärmeabfluss um 40 Procent. Das ist auch die Erklärung der Allen bekannten Thatsache, dass ein wattirtes Kleidungsstück im neuen Zustande uns wärmer erscheint, als wenn es abgetragen ist. Die Menge der Watte bleibt sich ganz gleich, nur ihre Elasticität, ihr Volumen ändert sich beim Tragen.

Diese Beobachtung führt zu einem andern lehrreichen Versuche über den Einfluss doppelter Lagen oder Schichten. Wird nur die erste Schicht straff auf den erwärmten Cylinder gespannt, die zweite Schicht ½ oder 1 Centimeter davon abstehen gelassen, etwa so, wie wir bequem anliegende Kleider tragen, so verlangsamt unter diesen Umständen eine zweite Schicht den Wärmeabfluss sehr beträchtlich. Nach Abzug des Betrages für die Leitung beträgt die Hemmung durch die zweite Gewandschicht für verschiedene Zeuge nahezu gleich viel, aber bei allen beträchtlich viel,

bei Leinwand	eine Verlangsamung	von	32	Proc.
„ Schirting	„ „	„	33	„
„ Seide	„ „	„	32	„
„ Flanell	„ „	„	29	„
„ Waschleder	„ „	„	30	„
„ Guttaperchatuch	„	„	36	„

Hieraus folgt der wichtige praktische Satz, dass wir uns mit den gleichen Mengen von Stoffen sehr verschieden warm kleiden können, je nachdem wir sie über die Körpertheile gespannter oder lockerer tragen. Dafür weiss jeder aus eigener Erfahrung Tausende

von Belegen, ich erinnere nur an sehr enge Schuhe und Handschuhe im Winter.

Diese Thatsache bringt mich nun auf eine andere Reihe von Thatsachen, in welchen die Erklärung dafür zu suchen ist, warum Watte wärmer hält, so lange sie elastisch und locker ist, als wenn sie einmal platt gedrückt ist. Es ist das der Luftgehalt der Kleider.

Gewöhnlich fasst man die Kleider als Apparate auf, welche dazu bestimmt sind, die Luft von uns abzuhalten. Diese Auffassung ist ganz falsch, im Gegentheil, wir ertragen keine Kleidung, welche nicht eine beständige Ventilation unserer Körperoberfläche zulässt, ja wenn man die verschiedenen Kleidungsstoffe und Zeuge auf ihre Fähigkeit Luft durchzulassen untersucht, so ergibt sich zum grossen Erstaunen, dass gerade die Stoffe, welche uns erfahrungsgemäss am wärmsten kleiden, viel grössere Luftmengen durchlassen, als diejenigen, welche wir als kühle Stoffe bezeichnen. Ich habe die Permeabilität mehrerer Zeuge für Luft untersucht (2), sie lässt sich leicht ermitteln. Man verschliesst eine Reihe von Glasröhren von einem ganz gleichen Durchmesser mit den verschiedenen Zeugen, und beobachtet, wie viel Luft bei gleichem Drucke in einer bestimmten Zeit durch verschiedene Zeuge geht. Man erhält auf diese Art unter sich vergleichbare Werthe. In gleicher Zeit, bei gleichen Druckverhältnissen, durch gleiche Flächen der folgenden Zeuge gingen folgende relative Luftmengen, das luftigste der untersuchten Zeuge, ein Flanell, wie er gewöhnlich zu Unterkleidern verwendet wird, als 100 angenommen:

Flanell	100
Mittelfeine Leinwand .	58
Seidenzeug	40
Bockskin	58
Weissgares Leder . . .	1
Sämisches Leder . . .	51

Wenn das Warmhalten der Kleider von dem Grade abhinge, in welchem sie die Luft von unserm Körper abschliessen, so müsste Glacéhandschuhleder 100mal wärmer halten als Flanell, was doch, wie Jedermann weiss, nicht der Fall ist, ja es ist umgekehrt, trotzdem dass Flanell 100mal mehr Luft durchlässt, als weissgares Leder, hält er doch viel wärmer, ebenso wie auch sämisches oder sogenanntes Waschleder, was wir häufig anstatt Tuch für Handschuhe, Beinkleider u. s. w. verwenden, gleichfalls viel wärmer ist, obschon es 50mal mehr Wärme durchlässt, als weissgares Leder.

Wenn man von einem Zeuge mehrere Schichten übereinander legt, so sinkt die Ventilation bei der zweiten Schicht nur um ein sehr Geringes weiter, als bei der ersten, denn die Geschwindigkeit, welche die Luft beim Durchgang durch die erste Schicht erlangt, wird durch die folgende Schicht nicht mehr wesentlich geändert, die nur wie eine Fortsetzung oder eine Verlängerung ein und desselben Canales oder ein und derselben Röhre aufzufassen ist, welche bei gleichbleibendem Durchmesser die einmal angenommene Geschwindigkeit einer darin strömenden Flüssigkeit nur mehr um den Reibungscoëfficienten verlangsamen kann.

Durch unsere Kleider zieht also beständig ein Luftstrom, dessen Grösse abhängig ist — wie bei jeder Ventilation — von der Grösse der Oeffnungen, von der Grösse der Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen, und von der Geschwindigkeit der uns umgebenden Luft. Unsere Kleider brauchen den Zutritt der Luft daher nicht ängstlich abzuhalten, sondern ihn nur zu regeln, und bis zu einem Grade zu mässigen, dass unsere Nerven die Luft nicht mehr als bewegten Körper empfinden, welchen Grad wir mit Windstille bezeichnen. Dieser Grad ist aber noch lange nicht Bewegungslosigkeit der Luft. Wenn wir im Freien Windstille annehmen, so beträgt die Geschwindigkeit der Luft, wie ich schon sagte, mindestens immer noch einen halben Meter in der Secunde, oder fast 2 Kilometer in einer Stunde.

Unsere Kleider machen die Luft nicht nur windstill, sondern reguliren zugleich auch die Temperatur derselben. Mit der Wärme, welche von unserm Körper ausgeht, heizen wir die Kleidungsstoffe, und diese heizen auch beständig die durch die Maschen und Poren der Zeuge wechselnde Luft. Unsere Kleider sind einer calorischen Maschine oder einem Ofen vergleichbar, der von der Abhitze unserer Körpermaschine geheizt wird, damit er wieder die über unsere Körperoberfläche hinziehende, sie zunächst umgebende Luftschicht heize. Von diesem Wärmeverluste der Kleider an die durchziehende, auf diese Art präparirte Luft haben wir keine Empfindung, wie wir sie haben würden, wenn die Luft unvorbereitet unsere Hautoberfläche treffen würde, denn der Ausgleich der Temperaturdifferenz erfolgt in dem Bekleidungsstoffe, in welchen sich unsere Hautnerven nicht fortsetzen. Wir tragen in unseren Kleidern im Freien und selbst im hohen Norden die Luft des Südens mit uns herum. Wenn man die Temperatur der Luft misst, welche zwischen unseren Kleidern und unserer Körperoberfläche sich findet, so beträgt sie durchschnittlich 24 bis 30° C. Wir befinden uns in un-

seren Kleidern wie wenn wir im paradiesischen Zustande in einer windstillen, freien Atmosphäre mit 24 bis 30° C. wären.

Jetzt kann ich Ihnen auch klar machen, warum krause, lockere Zeuge so gut wärmen, frisch kartätschte Watte besser, als alte zusammengesessene, warum sich für Kleidungsstoffe am meisten Gewebe aus feinen Fasern und Gespinnsten eignen. Sie wissen, wie warm ein Pelz ist, der aus Haut und Haaren besteht. Stofflich chemisch betrachtet, sind Haare und Haut eigentlich identisch. An einem Pelze ist das Gewicht oder die Masse der Haut unverhältnissmässig grösser, als die der Haare, und doch sind es eigentlich nur die feinen Härchen, die man wegblasen kann, wenn sie für sich sind, welche dem Pelze seine warmhaltende Eigenschaft verleihen. Man kann darüber sehr interessante Versuche anstellen. Krieger beobachtete den Abfluss der Wärme, nachdem er seinen Versuchscylinder mit Pelz im nicht geschorenen und im geschorenen oder rasirten Zustande bedeckt hatte. — Wenn man die Wärmeabgabe durch den unberührten Pelz gleich 100 setzt, so stieg sie durch denselben Pelz, nachdem er geschoren war, also durch die nackte Haut des Pelzes, auf 190. Die trockene Haut ist bekanntlich immer noch etwas porös. Wenn man einen solchen geschorenen Pelz mit Leinölfirniss bestreicht, so steigt die Wärmeabgabe sogar von 100 auf 258, und wenn man einen solchen geschorenen Pelz mit einer Lösung von arabischem Gummi bestreicht, sogar auf 296.

Dass sich der lebendige Organismus in seiner Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung nicht anders verhält, als ein mit warmem Wasser gefüllter Blechcylinder, wurde gleichfalls nachgewiesen. Es ist schon länger bekannt, dass Pelzthiere, wie Hunde, Kaninchen u. s. w. sterben, wenn man ihnen alle Haare nimmt und ihre Haut firnisst oder mit Oel bestreicht. Man hat den Tod gewöhnlich von einer Aufhebung oder Unterdrückung der Hautausdünstung abgeleitet, es lässt sich aber beweisen, dass diese Thiere in einem verhältnissmässig warmen Zimmer buchstäblich den Tod des Erfrierens sterben. Krieger schor ein Kaninchen, nachdem er dessen Körpertemperatur und Athemfrequenz zuvor bestimmt hatte. Das Thier zeigte 39·8° C. und machte 100 Inspirationen in der Minute. Nachdem es geschoren, und, um die Hautausdünstung nicht zu unterdrücken, wie man annimmt, dass es durch Firniss geschieht, nur in ein nasses Tuch eingeschlagen war, verlor es in einem Zimmer, wo die Temperatur 19° über Null war, doch so viel Wärme, dass nach 5 Stunden die Temperatur im Innern des Thieres von 39·8 auf 24·5° C., und die Athemfrequenz von 100 auf 50 in der Minute gesunken war.

In diesem Zustande in einen heizbaren Käfig gebracht, erholte es sich bei einer Wärme der Luft von 30° C. darin wieder vollständig.

So ein Pelz fängt mit seinen in die Luft ragenden Härchen alle Wärme auf, welche von der Hautoberfläche durch Strahlung oder Leitung abfliesst und gibt sie in Folge seiner zarten und feinen Structur und Vertheilung an die zwischen den einzelnen Härchen strömende Luft ab; je feiner das Haar eines Pelzes, desto besser wird die abziehende Wärme ausgenutzt von der Luft, die dann auch bei Winterkälte unsere Hautnerven nur als gewärmte Luft trifft, so dass wir nichts spüren. Die Pelzthiere fühlen sich im Winter oberflächlich sehr kalt an, erst näher der Haut sind die Haare warm. Bei starker Kälte kommt sicherlich wenig Körperwärme mehr bis an die Spitzen der Haare, um dort auszustrahlen oder durch Leitung an die Luft überzugehen, der Luftstrom im Pelze entwärmt die einzelnen Härchen von ihren Spitzen gegen ihre Wurzeln zu, eine stärkere Kälte dringt nur etwas weiter in den Pelz ein, als eine geringere, ohne desshalb nothwendig bis auf die Haut durchzudringen. Das geschieht nur, wenn die äussere Luft ganz ungewöhnlich kalt oder sehr stark bewegt ist. Reisende im hohen Norden, z. B. Nordpolfahrer, berichten sehr übereinstimmend, dass sehr hohe Kältegrade bei windstiller Luft noch recht gut ertragen werden, hingegen bei lebhaftem Winde höchst empfindlich sind. Das deutet darauf hin, dass bei hohen Kältegraden der Wärmeverlust durch die Haut wesentlich nur mehr auf einem einzigen Wege, auf dem der Leitung, an die Luft im Pelze oder in den Kleidern erfolgt, es kommt beim Pelz keine Wärme zur Ausstrahlung auf die Oberfläche, sobald die Spitzen der Haare die Temperatur der äussern Umgebung haben. Auch die Verdunstung sinkt auf ein Minimum, denn 20° unter Null hört jede Wasserdampfbildung bereits auf, fast alle Wärme im Pelz und in den Kleidern wird aufgewendet, um die eindringende Luft zu heizen, deren Geschwindigkeit entsprechend der Temperaturdifferenz wächst. In einem mit gutem Pelz versehenen Thiere ändert die äussere wechselnde Wärme und Kälte eigentlich nur die relativen Breiten oder Breitengrade der kalten und warmen Zonen der Luft im Pelze, nur der Ort des Ausgleichs der Körper- und Lufttemperatur verrückt sich zwischen Wurzel und Spitze der Haare, und deshalb befinden sich solche Thiere trotz ihres Pelzes auch im Sommer nicht wärmer als im Winter, ihr Blut behält unter allen Umständen die gleiche Temperatur, im Sommer wird nur ein grosser Theil der Wärme erst an den Spitzen der Haare durch

Strahlung und Leitung abgegeben, während sie im Winter entsprechend näher der Wurzel der Haare abfliesst.

Luftdichte Zeuge sind deshalb zur Bekleidung gar nicht, oder nur mit grosser Einschränkung zu brauchen. In Gummi- oder Guttaperchazeugen halten wir es oft nicht aus, wenn wir uns nur einigermaassen stark bewegen müssen, oder sonst mehr Wärme abzuführen haben. Sie werden uns lästig, nicht weil sie den Luftwechsel ganz aufheben, denn das thun sie ja nicht, wenn sie z. B. die Form eines Ueberrockes haben, wo die Luft von unten und durch weite Aermel reichlich hinein und oben ausströmen kann, sondern sie werden uns lästig, lediglich nur weil sie den allseitigen Luftwechsel in den Unterkleidern beschränken. Sie sind gut, um sich vor Nässe von aussen zu schützen, aber machen unsere Haut gern auf andere Weise nass, durch Beeinträchtigung der Verdunstung. Wir können solche Regenmäntel daher wohl gebrauchen bei Nässe und Kälte oder starkem Winde, aber nicht bei Nässe und Wärme und ruhiger Luft.

Zum Schluss muss ich Sie noch auf die Beziehungen unserer Kleidungsstoffe aufmerksam machen, welche sie zum Wasser haben, welches ihre Functionen theilweise stark abändert. Alle unsere Kleidungsstoffe sind hygroskopisch, d. h. sie condensiren aus der Atmosphäre eine gewisse Menge Wasser. Die hygroskopische Eigenschaft, welche bei verschiedenen Körpern sehr verschieden gross ist, wächst mit der Abnahme der Temperatur der Luft, so dass sie alle bei 0° mehr Wasser condensiren, als bei höheren Temperaturen. Theilweise wird sie auch von dem relativen Wassergehalte der Luft beeinflusst, so dass ein hygroskopischer Körper in einer Luft von 20° C. über Null mehr Wasser aufnimmt, wenn diese Luft mit Wasserdunst nahezu gesättigt ist, als wenn sie weit von ihrem Sättigungspunkte entfernt ist. Es sind diese Verhältnisse für unsere Kleidungsstoffe einstweilen nur sehr unvollständig ermittelt. Ich habe einige vorläufige Bestimmungen gemacht (3), bloss um zu sehen, mit welchen Grössen man ungefähr zu thun hat: sie haben sich grösser ergeben, als man von vornherein annehmen möchte. Ich nahm als Repräsentanten der beiden wichtigsten Kleidungsstoffe aus Pflanzenfaser und Thierfaser gleich grosse Stücke Leinwand und Flanell und trocknete sie bei 100° C., wo sie fast all ihr hygroskopisches Wasser verlieren, und wog sie in gut schliessenden Blechbüchsen eingeschlossen, deren Gewicht bekannt war. Sie wurden dann in verschieden temperirten Räumen der Luft ausgesetzt, und von Zeit zu Zeit wieder in die Blechbüchsen eingeschlossen unter

den nöthigen Vorsichtsmaassregeln gewogen. Es liessen sich dadurch die Aenderungen im Gewichte, d. i. in der Menge hygroskopisch gebundenen Wassers für Leinwand und Wolle leicht verfolgen. Die folgende Tabelle gibt die Menge des hygroskopisch gebundenen Wassers auf 1000 Gewichtstheile Leinwand und Wolle in verschiedenen Localitäten, bei verschiedenen Temperaturen, nach verschiedener Zeit.

Versuchsnummer	Oertlichkeit	Temperatur	Zeit	Hygroskopisches Wasser auf 1000 Gramm	
				Leinwand	Flanell
1	Keller	3·1° C.	12 Stdn.	77	157
2	Hörsaal	1·2	12 „	74	143
3	Zimmer	19·0	12 „	41	75
4	Laboratorium	12·2	12 „	63	105
5	Keller	4·4	12 „	111	175
6	Hörsaal	4·5	4 „	93	160
7	„	4·5	3 „	91	148
8	„	5·5	15 „	85	146
9	Zimmer	21·0	10 Minut.	73	113
10	„	21·0	10 „	52	96
11	„	21·5	10 „	45	87
12	„	21·5	10 „	43	82
13	„	20·5	15 „	42	78
14	„	20·0	15 „	42	77
15	„	19·0	30 „	41	75
16	„	17·0	1 Std.	43	76
17	„	16·5	2 „	45	77
18	„	15.5	—	46	78

Was vor Allem auffällt, ist die viel grössere hygroskopische Eigenschaft der Schafwolle gegenüber der Leinwand. Unter allen Umständen bleibt die hygroskopische Wassermenge in der Schafwolle viel grösser, oft fast nochmal so gross, als bei der Leinwand. Beim Maximum hat Flanell 175, Leinwand 111, beim Minimum Flanell 75, Leinwand 41 pro mille Wasser hygroskopisch gebunden.

Was ferner sofort auffällt, ist, dass die Leinwand ihren hygro-

skopischen Wassergehalt verhältnissmässig schneller, in einer steilern Curve ändert, als die Wolle. Die Beobachtungen 5 bis 8 lassen dies deutlich erkennen. Die beiden Stücke Wolle und Leinwand lagen 12 Stunden im Keller, dann befanden sie sich unmittelbar darnach 4 Stunden in einem unbeheizten Hörsaale, binnen welcher Zeit die Leinwand von ihrem absolut viel geringern Wassergehalte 18, die Wolle 15 pro mille Wasser verlor. In den nächsten 3 Stunden verlor die Leinwand nur mehr 2, die Wolle hingegen noch 12 pro mille.

Als die Stoffe vom unbeheizten Hörsaal in ein beheiztes Zimmer gebracht wurden (Beobachtung 9 bis 15), zeigte sich das gleiche Verhalten, die Leinwand hörte viel rascher auf, Wasser abzugeben, als die Wolle. Das Nämliche zeigte sich in umgekehrter Richtung bei den Beobachtungen 15 bis 18, als die Temperatur im Zimmer wieder von 19 auf 15 Grade sank. Mit der Abkühlung nimmt die hygroskopische Eigenschaft aller Körper zu, aber die Gewichtszunahme erfolgt ebenso, wie die Gewichtsabnahme, verhältnissmässig schneller bei Leinwand als bei Wolle.

Je mehr die Luft aus einem Zeuge durch Wasser verdrängt wird, um so weniger warm vermag er zu halten, um so besser leitet er die Wärme, daher das leichte Erkälten in nassen Kleidern, daher das Empfindliche der sogenannten Nasskälte. Wenn wir bei einer kalten und trockenen Luft ins Freie gehen, frieren wir oft lange nicht so, als wenn wir bei eben so kalter, aber viel feuchterer Luft ausgehen. Im letztern Falle werden auch unsere Kleider viel feuchter, und leiten dann mehr Wärme ab. Man darf diese Grössen nicht unterschätzen. Wir haben vorhin gesehen, dass 1000 Gewichtstheile Flanell in einer Kellerluft 157 Gewichtstheile, also fast 16 Proc. Wasser aufgenommen haben. Rechnet man das Gewicht eines ganzen Anzuges in Wolle auf 10 Pfund, so kann das Mehr oder Weniger von hygroskopisch gebundenem Wasser $1\frac{1}{2}$ Pfund betragen, was zur Verdunstung 420000 Wärmeeinheiten erfordert.

Aehnlich wie gegen das hygroskopische Wasser verhalten sich Leinwand und Flanell beim Benetzen mit tropfbar flüssigem Wasser und die nassen Zeuge beim Trocknen. Leinwand lässt sich sehr leicht benetzen, saugt sehr schnell Wasser auf, Wolle viel langsamer, auch vom tropfbar flüssigen Wasser nimmt Leinwand weniger auf als Wolle, aber die Leinwand thut es viel schneller. Mit einem leinenen Tuche ist Wasser leicht aufzusaugen, mit Wolle geht es schwer. Ebenso ist die Verdunstung; von einer Leinwandfläche verdunstet das Wasser schneller, als von einer wollenen Fläche. Leinwand und Flanell in Wasser gelegt, und dann mit den Händen

so lange ausgepresst, bis keine Tropfen mehr abfliessen, halten auf 1000 Theile trocknes Zeug sehr ungleiche Mengen Wasser zurück. Leinwand 740, Flanell 913 pro mille nach einem von mir gemachten Versuche. Eine viel grössere Differenz ergibt sich aber noch in den Mengen Wasser, welche innerhalb gleicher Zeiten von nasser Leinwand und nassem Flanell verdunsten. Die folgende Tabelle mag als Bild für das gleichzeitige Fortschreiten des Trocknungsprocesses in einem geheizten Zimmer für diese beiden Stoffe dienen.

	Zimmer-temperatur	Zeit Minuten	Gewicht des Wassers auf 1000 Gramm Zeug	
			Leinwand	Flanell
1	21° C.	—	740	913
2	20	15	521	701
3	20	30	380	603
4	19·5	30	229	457
5	19	30	99	309
6	19	30	55	194

In den ersten 75 Minuten verdunsteten von 1000 Theilen Leinwand 511, von 1000 Theilen Wolle nur 456 Wasser, darnach aber dreht sich die Menge um, in den folgenden 30 Minuten verdunsteten von der Leinwand 130, vom Flanell 148 pro mille, in den folgenden 30 Minuten von der Leinwand gar nur mehr 44, vom Flanell noch 115 pro mille. Die Leinwand arbeitet also in jeder Beziehung schneller, als die Wolle, die Leinwand gibt allen Veränderungen der Feuchtigkeit schneller nach, als die Wolle. Um wie viel gleichmässiger der Trocknungsprocess in der Wolle verläuft, als in der Leinwand, geht deutlich hervor, wenn man vergleicht, wie viel binnen 135 Minuten in den ersten 15 Minuten, und wie viel in den letzten 15 Minuten Wasser verdunstete. Bei Leinwand verdunsteten in den ersten 15 Minuten 219, in den letzten nur mehr 28 pro mille, was sich nahezu wie 8 zu 1 verhält, bei Flanell anfangs 212, zuletzt noch 97, was fast 2 zu 1 entspricht.

Ich bemerke noch, dass bei diesen Versuchen gleiche Gewichte der trockenen Zeuge auch fast gleichen Flächen entsprachen, die

gleich gross über eine Schablone geschnitten waren, das Stück Leinwand wog 11·731, das Stück Flanell 10·649 Gramm.

Es ist selbstverständlich, dass alle Zeuge in dem Maasse, als sie benetzt werden, an ihrer Permeabilität, an ihrer Durchlässigkeit für Luft verlieren, da das Wasser die Poren wenigstens theilweise verstopft. Gröbere Zeuge mit grösseren Poren werden länger für Luft durchgängig bleiben; bei gleich grossen Poren entscheidet die Adhäsion des Wassers zur Substanz des Zeuges, ob sich die Poren schneller oder langsamer, andauernder oder vorübergehender schliessen. Da ist nun ein sehr grosser Unterschied zwischen Leinwand, Baumwolle und Seide einerseits, und Schafwolle andererseits. Die ersteren werden durch Benetzen sehr schnell luftdicht geschlossen, letztere fast gar nie, oder doch erst nach langer Einwirkung beständiger Benetzung. Die Soldaten im Kriege wissen davon zu erzählen, wie dunstig die Luft unter einem Zelte während eines Regens ist, so lange es nass ist, und wie es sofort luftig wird, sobald es zu trocknen beginnt. Da die Porosität aller Gewebe hauptsächlich von der Elasticität der Fasern abhängt, welche das Gewebe bilden, so wird es von grossem Einflusse sein, ob die Elasticität der Fasern im nassen und trocknen Zustande gleich ist oder wie weit sie sich gleich bleibt. Das ist nun wieder ein Hauptunterschied zwischen Wolle und den anderen drei genannten Stoffen, nur die Wollfaser behält ihre Elasticität auch im nassen Zustande ziemlich bei, während die anderen von dem Grade, welchen sie im trocknen Zustande besitzen, fast alles bei der Benetzung einbüssen. Nasse Leinwand, nasse Seide ist genau so, wie ein geschorener, mit Firniss oder Gummilösung bestrichener Pelz, wie ihn Dr. Krieger auf seine Versuchscylinder gespannt hat. Um was aus einem Leinwand- oder Seidenzeuge alle Luft durch Wasser leichter verdrängt wird, als aus einem Wollzeuge, um das erkältet man sich leichter in Leinwand und Seide als in Wolle, wenn man nass wird. Ein nasser schafwollener Strumpf wirkt auch deshalb viel weniger erkältend auf den Fuss, als ein nasser leinener.

Auf der andern Seite gewährt diese Eigenschaft von Leinwand und Seide auch wieder grosse Vortheile, wo es sich darum handelt, den Körper kühl und trocken zu erhalten. Mit dem leinenen oder seidenen Hemde nehmen wir Wärme und Wasser, wie sie abfliessen, viel besser von der Hautoberfläche weg, und übergeben es weiteren Schichten zu weiterer, gleichmässiger Verarbeitung und Ableitung.

Der Reihenfolge nach sollte ich jetzt eigentlich von den ein-

zelnen Kleidungsstücken, und von den Kleidungsstoffen für einzelne besondere Zwecke sprechen, aber theils ist die Zeit schon zu weit vorgerückt, theils liegen über viele Einzelheiten, die da zur Sprache kommen müssten, noch zu wenige Untersuchungen vor, um wissenschaftliche Betrachtungen daran knüpfen zu können. Gestatten Sie mir, Sie nur ganz kurz noch auf ein einziges Kleidungsstück aufmerksam zu machen, und gerade deshalb, weil man es für gewöhnlich gar nicht unter die Kleidungsstücke zählt, es ist das Bett, ein Bekleidungsapparat, in welchem der Mensch von seiner Geburt bis zum Tode bekanntlich einen grossen Theil seiner Lebenszeit verbringt. Gesunde und Kranke haben es gleich nothwendig, und von jeher schon wurde es als Zeichen der bittersten Noth angesehen, wenn Einer nicht hatte, wohin er sein Haupt legen sollte. Das Bett ist nicht bloss ein Lager, es ist hauptsächlich unser Schlafkleid, und muss uns für manche Entbehrung während des Tages und der Arbeit schadlos halten und wieder dafür stärken. Es wird aus denselben Stoffen gemacht, wie die Kleidung des Tages, aus Leinwand, Seide oder Baumwolle, die Schichten, welche uns zunächst umgeben, dann aus thierischen Fasern, Pferdehaaren oder Federn, wollenen Decken etc. die entfernteren Schichten. Auch das Bett muss luftig sein und warm zugleich. Wir wärmen mit unserm Körper das Bett, genau so wie unsere Kleider, und das Bett wärmt die in ihm beständig von unten nach oben strömende Luft. Die die Wärme regulirenden Schichten sind mächtiger, als bei jedem andern Gewande, das wir den Tag über tragen, was aus zwei Gründen nothwendig ist: erstlich sinkt bei völliger Ruhe und im Schlafe der Stoffwechsel sehr beträchtlich herab, und wird weniger Wärme entwickelt, und dann wird unser Körper in horizontaler Lage durch einen aufsteigenden Luftstrom viel mehr entwärmt, als in verticaler Stellung, wo immer etwas von der Wärme der unteren Theile den oberen zu gute kommt. Die Bettwärme hält auch ohne grösseren Stoffumsatz, bei geringer Wärmeproduction und vollständiger Ruhe den peripheren Kreislauf in der Haut auf einer bestimmten Höhe, und entlastet dadurch die inneren Organe, sie ruhen auf diese Art gleichsam aus. Das Bett ist daher ein höchst wichtiger Apparat für unsern Wärme- und Bluthaushalt. Wer mehrere Tage hinter einander in keinem Bette schlafen kann, der ruht nicht bloss schlecht aus, sondern erleidet nicht selten namhafte Störungen in seiner Wärmeökonomie oder den Kreislaufserscheinungen, vor denen ihn sonst das Bett schützt. Ich erwähne das, und hebe es hervor, damit Ihr Wohlthätigkeitssinn für die Armen sich nicht bloss auf Nahrung, Wohnung und

gewöhnliche Kleidung, sondern auch noch auf das Bett, dieses ausserordentliche Kleidungsstück, erstrecken möge.

Ich habe damit die Functionen der Kleidung allerdings noch lange nicht erschöpfend dargestellt, aber ich glaube, doch auf so wesentliche Punkte aufmerksam gemacht zu haben, dass Sie vollkommen von der Wichtigkeit einer wissenschaftlichen Betrachtung derselben im Interesse der Wärmeökonomie des menschlichen Körpers überzeugt sind. Da unsere Gesundheit mit unserm Wärmehaushalt auf das Innigste zusammenhängt, so muss jede bessere Einsicht in die Zwecke und Leistungen der verschiedenen Mittel zuletzt auch der Gesundheit im Allgemeinen zu gute kommen. Der letzte Krieg, aus dem Deutschland so ruhmvoll hervorgegangen ist, hat uns namentlich wieder darauf aufmerksam gemacht, wie wichtig die Verpflegung der Armeen nicht nur mit Nahrungsmitteln, sondern auch mit Kleidungsmitteln ist, und dass einige Tage lang mangelhafter Mundvorrath, wenn er zeitweise vorkommt, viel weniger Soldaten durch Krankheiten kampfunfähig macht, als empfindliche Störungen in der Wärmeökonomie, wie sie namentlich der Spätherbst 1870 in Frankreich allgemein brachte.

Unsere Kleider sind Waffen, mit denen der civilisirte Mensch seinen Kampf gegen die Atmosphäre kämpft, so weit sie ihm feindlich ist, mit denen er sich sein Element, den Luftkreis, unterthan macht. Es ist etwas ganz Natürliches, ich darf sagen Instinctives, dass jeder ordentliche Mensch etwas auf ein ordentliches Gewand hält, was auch schön sein soll: nur sollen wir uns besser als bisher des Zweckes bewusst werden, jede Ziererei muss Nebensache bleiben, die Mode darf nie die Oberherrschaft erringen, der Schneider darf nie den Zweck der Kleider unter seine Scheere bekommen. Man ringt heutzutage nach Neuem in allen Richtungen, auch nach neuen Formen und Stylen in Bekleidung und Baukunst, wir werden aber zu nichts Neuem mit unseren alten Gesichtspunkten kommen. Neue Gesichtspunkte in dieser Richtung können sich aber bloss aus einer vermehrten und neuen Einsicht in die Functionen der Kleidung und des Hauses entwickeln. Die Erkenntniss der Functionen bedingt die äusseren Formen, und die Functionen werden nur durch theoretische Studien erkannt. Erst als man die richtige Theorie von der Bewegung des ober- und unterschlächtigen Wasserrades hatte, kam man auf die Erfindung der Turbine.

Die Theorie hat auf die Entwickelung der Praxis einen viel grössern Einfluss, als man gewöhnlich annimmt und zugibt. Der Anwendung der Gesetze der Mechanik auf Dampfmaschinen

Eisenbahnen und Dampfschiffe musste die Entdeckung und Feststellung dieser Gesetze erst vorausgehen, und es liesse sich unschwer nachweisen, warum die grossen Erfindungen eines Watt und Stephenson nicht früher gemacht worden sind, und dass sie eine Folge oder eine Frucht des Samens waren, welcher aus den theoretischen Untersuchungen eines Copernikus, Kepler und Newton entsprungen war.

Vielleicht unterscheiden sich die Mittel zur Bestreitung unserer Wärmeökonomie in der Zukunft von unseren gegenwärtigen in ihrem Aussehen oder Style einmal nicht weniger, als eine Turbine vom alten Mühlrad, oder eine Dampfmaschine vom Pferdegöpel.

Ich schliesse hiermit meine erste Vorlesung, und werde in meiner zweiten von der Luft des Hauses handeln.

ZWEITE VORLESUNG.

ÜBER DAS

VERHALTEN DER LUFT

ZUM

WOHNHAUSE

DES

MENSCHEN.

Wir werden uns diesen Abend mit einigen hygienischen Functionen des Hauses beschäftigen. Im Ganzen verfolgt das Haus die nämlichen hygienischen Zwecke wie die Kleidung, es hat den Verkehr mit der uns umgebenden Atmosphäre beständig zu unterhalten, aber unseren Bedürfnissen entsprechend zu regeln. Nie darf das Haus eine Vorrichtung sein, uns von der äussern Luft abzuschliessen, so wenig als die Kleidung. Kleidung und Haus gehen in gewissen Formen so zu sagen in einander über. Mantel und Zelt stehen sich sehr nahe. Den weiten schweren Radmantel, den man früher so häufig getragen hat, könnte man ein Zelt heissen, welches man mit sich herumträgt, und das Zelt einen feststehenden Mantel, mit welchem man sich einhüllt, in welchen man mit dem ganzen Leibe hineinschlieft, wie man etwa mit dem Arme in den Aermel eines Rockes hineinschlieft. Der Hut ist das Dach der Kleidung, und das Dach die Kopfbedeckung des Hauses.

Man wird deshalb von vornherein schon erwarten dürfen, dass die Baumaterialien, die Substanzen, welche wir mit Vortheil zum Bau unserer Wohnungen verwenden, gegen Luft, Wasser und Wärme bis zu gewissen Graden sich ähnlich verhalten, wie unsere Bekleidungsstoffe. Auch jede Wand lässt Luft durch, und muss bis zu einem gewissen Grade für Luft durchgängig sein, wenn wir innerhalb der vier Mauern unsern Haushalt mit einigem Behagen und ohne Beschädigung unserer Gesundheit längere Zeit führen sollen. Die gewöhnliche Meinung widerspricht allerdings dieser meiner Behauptung von der Permeabilität der Mauern für Luft noch viel mehr, als der von der Permeabilität der Kleider, aber es lässt sich zeigen, dass die gewöhnliche Meinung auf einem

Irrthume beruht, welcher keine andere Grundlage hat, als die Unempfindlichkeit aller unserer Sinne für Bewegungsvorgänge in der Luft, wenn dieselben nicht sehr grosse Geschwindigkeiten, d. h. mehr als einen halben Meter in der Secunde erreichen. Jede Bewegung der Luft, deren Geschwindigkeit unter $^1/_2$ Meter in der Secunde liegt, wird von keinem unserer Sinne mehr unmittelbar wahrgenommen oder empfunden, und das verleitet uns dann zu dem Trugschluss, dass sich nichts rühre, doch mit keinem grössern Rechte, als wenn wir behaupten wollten, die Erde könne sich unmöglich mit einer Geschwindigkeit von mehr als 400 Meter in der Secunde um ihre Axe drehen, weil wir von dieser rasenden Eile nicht das Geringste spüren. Wir sind erst sehr spät und sehr allmälig zur Ueberzeugung gelangt, dass doch die Erde um die Sonne, und die Sonne nicht um die Erde läuft, obwohl wir von der Bewegung der Erde nicht das Mindeste spüren, hingegen die Bewegung der Sonne um die Erde mit unseren Augen untrüglich wahrzunehmen glauben. Man sieht, dass es etwas geben muss, was noch höher steht, was noch mächtiger ist, als unsere erste sinnliche Wahrnehmung, und das ist das Denken und Forschen über unsere Wahrnehmungen, die Wissenschaft. Die Wissenschaft hat allerdings nicht die geringste Gewalt über die Natur, sie kann an der Natur nicht das Geringste ändern, sie kann ihr kein Gesetz geben, — sie kann nur die Gesetze der Natur erkennen. Dadurch ändert sie allerdings nichts an den Gesetzen der Natur, aber sie ändert die Vorstellungen der Menschen und dreht sie oft ganz ins Gegentheil um, gerade wie die Vorstellung vom Umlauf der Sonne um die Erde. Die durch Wissenschaft begründeten Vorstellungen bereichern uns theils direct, theils indirect mit neuen Mitteln, von den Naturgesetzen Gebrauch zu machen, oder einer andern als bisher; erst als die Astronomie die Gesetze der Mechanik am Himmel gefunden und festgestellt hatte, kam der menschliche Geist durch diese geläuterten, von sinnlichen Schlacken befreiten Vorstellungen zu jener Entwickelung des mechanischen Elementes, welches in Industrie und Verkehr der Stolz und die Macht der gegenwärtigen Culturperiode gegenüber den früheren Zeiten ist.

Trachten wir daher getrost zunächst nach der Vermehrung unserer Einsicht, unserer Wissenschaft von den Dingen, der Nutzen bleibt nicht aus, und nützlich ist Alles, wovon der Mensch Gebrauch zu machen lernt. Dass er dazu stets einige Zeit, oft sehr lange braucht, ist eine alte Erfahrung.

Die Wissenschaft hat die Aufgabe, alles Wahrnehmbare zu

erfassen und zu durchdringen, das Kleine wie das Grosse, der Wissenschaft ist die Mücke und ihr Leben ebenso interessant und wichtig, als der Elephant, und darum glaube ich mich auch um das bischen Luft kümmern zu dürfen, was durch eine Wand geht, obschon deren Bewegung in einer Secunde so gering ist, dass wir keinen Windzug spüren.

Dass die Wände für Luft durchgängig sind, lässt sich ohne jeden weitern thatsächlichen Nachweis schon aus vielen anderen bekannten Thatsachen folgern. Niemand behauptet, dass die Wohnungen wasserdichte Wände haben, und Jedermann weiss, dass durch unser Mauerwerk das Wasser sehr leicht durchdringt. Wir wissen, wo immer eine Wand beständig mit Wasser in Berührung ist, da wird sie durch und durch feucht, bis das Wasser zuletzt auf der andern Seite durchtropft. Es ist eine Folgerung, welche jeder physikalisch geschulte Verstand macht, dass da, wo Wasser durchgeht, noch viel mehr Luft durchgehen muss, weil die Luft 770 mal leichter und beweglicher ist, als das Wasser. Die tägliche Erfahrung lehrt uns, dass Gefässe und Apparate sehr leicht wasserdicht, aber sehr schwer luftdicht herzustellen sind, jeder Mechaniker, der luftdichte Apparate fertigen muss, sagt, die Luft habe ein gar feines Köpfchen, mit dem sie überall durchdringe, wo man es oft gar nicht denke. Wie kommt es nun, dass man allgemein überzeugt ist, dass wohl Wasser durch eine Wand geht, dass man aber erstaunt ist, wenn man von einem Luftwechsel durch die Wand hört? Die Erklärung ist einfach: das Wasser in der Wand sehen wir und fühlen wir, für die Luft in der Wand haben wir keine directe sinnliche Wahrnehmung.

Wir haben aber Mittel, den Durchgang der Luft durch unsere Baumaterialien sinnlich wahrnehmbar zu machen, und zwar dadurch, dass wir die auf einer grössern Fläche mit nicht wahrnehmbarer Geschwindigkeit durchgegangene Luft in einer verhältnissmässig engen Röhre weiter führen. Sie sehen an den Experimenten, welche ich Ihnen zeigen werde, nichts anderes als was Sie bereits oft in Ihrem Leben schon gesehen haben, wenn sie einen Weiher oder kleinen See betrachtet haben, der einen engen Zufluss und Abfluss hat. Zufluss und Abfluss erscheinen oft in lebhafter Bewegung, und können Mühlen treiben, auf der ganzen Fläche des Weihers aber scheint absolute Ruhe des Wassers zu herrschen. Sind Zufluss und Abfluss unseren Blicken entzogen dadurch, dass sie entweder bedeckt oder unterirdisch sind, so sagen wir, das Wasser stagnirt, und sprechen damit möglicherweise eine grosse Unwahrheit aus.

Ich habe hier ein Stück Mörtel, gewöhnlichen Luftmörtel, in cylindrischer Form, etwa 12 Centimeter lang und 4 Centimeter im Durchmesser. Der Mantel des Cylinders ist mit eingeschmolzenem Wachs luftdicht überzogen, die beiden gegenüberliegenden Kreisflächen sind frei gelassen, diese haben die natürliche Mörteloberfläche.

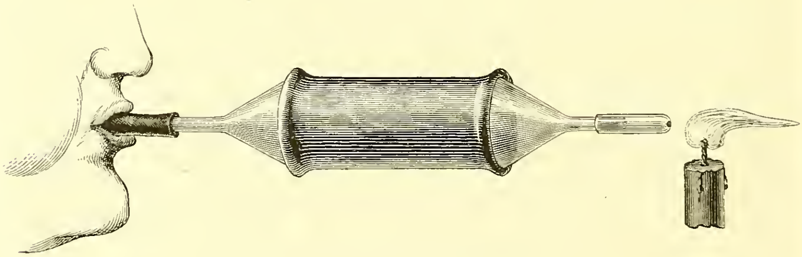
Hier habe ich einen Glastrichter mit einem Röhrenansatz versehen. Ich setze ihn auf einer freien Mörtelfläche auf, und kitte

Fig. 1.



ihn mittels Klebwachs an dem Rande mit der luftdicht gemachten Mantelfläche des Cylinders luftdicht zusammen. Wenn ich nun durch

Fig. 2.



den Röhrenansatz hineinblase, so wird, im Falle der Mörtel Luft durchlässt, diese auf der entgegengesetzten Mörteloberfläche zum Vorscheine kommen, da sie seitlich durch den Wachsüberzug nicht entweichen kann. — Die auf der ganzen freien Mörtelfläche entweichende Luft hat noch eine so geringe Geschwindigkeit, dass die Flamme einer brennenden Kerze dadurch noch nicht im mindesten von ihrer senkrechten Richtung abgelenkt wird. Wenn ich aber über die noch freie Mörtelfläche einen eben solchen Glastrichter kitte, so kann die durch das Mörtelstück gegangene Luft nur mehr durch die Röhre an dem Trichter entweichen. Um was der Querschnitt in der Röhre kleiner ist, als die freie Mörtelfläche, um das muss die Geschwindigkeit der Luft in der Röhre grösser werden, genau so, wie es beim Wasser des Weihers und seines Zu- und Abflusses ist.

Die Geschwindigkeit in der Röhre ist nun bereits so gross, dass eine Kerzenflamme dadurch von ihrer senkrechten Richtung abgelenkt wird. — Setzt man an das Trichterrohr ein Glasrohr mit noch etwas engerer Oeffnung, zu einer Spitze ausgezogen, wie sie z. B. an Löthrohren sind, so kann man die Flamme in eine ganz horizontale Richtung blasen, und wenn es gut geht, durch das Mörtelstück hindurch die ganze Flamme ausblasen.

Bringt man das Ende einer Röhre unter Wasser, und bläst man durch das Stück Mörtel, so entweicht die Luft in Blasen mit Geräusch durch das Wasser.

Dasselbe kann man an einem Stücke Holz zeigen, und ebenso an einem einzelnen Ziegelsteine, wenn sie auf diese Art wie der Mörtel eingeschlossen werden.

Die meisten Sandsteine sind gleichfalls so porös, dass Wasser und Luft leicht durch sie hindurchgeht.

Dichte Kalksteine oder sogenannte Bruchsteine sind nicht oder ganz unbedeutend für Luft durchgängig, und man möchte daher annehmen, dass eine Mauer aus Ziegelsteinen viel luftiger sei als eine Mauer aus dichtem Kalkstein oder Bruchstein. Bis zu einem gewissen Grade ist das auch wirklich der Fall, nur nicht in einem so hohen Grade, als sich die Durchgängigkeit zwischen Ziegelstein und Bruchstein unterscheidet. Wir benutzen beim verschiedensten Baumaterial ein und dasselbe Bindemittel beim Zusammenfügen der Mauer aus den einzelnen Stücken, nämlich den Mörtel. Die wenigsten Menschen haben eine richtige Vorstellung davon, zum wievielten Theile eine Mauer aus Mörtel besteht. Durchschnittlich darf man annehmen, je unregelmässiger die Bausteine in ihrer Form sind, je mehr diese vom Würfel oder Rechtecke abweicht, desto grösser werden die Zwischenräume, die mit Mörtel ausgefüllt werden müssen; je regelmässiger die Form des Bausteines, desto schmaler werden die Mörtelbänder.

Da nun die Bruchsteine fast nie regelmässig behauen zur Aufführung einer Wand verwendet werden, so werden bei einer solchen Mauer die Mörtelfugen immer viel grösser, als bei Ziegelmauern sein, und um was Mörtel durchlässiger für Luft ist, als Ziegelstein, um das ist auch die Lufthaltigkeit einer Bruchsteinmauer doch nicht so viel geringer, als die von Bruchstein im Vergleich zu Ziegelstein. Es liegen Beobachtungen darüber vor, wie gross durchschnittlich bei verschiedenem Bausteine die Mörtelmasse ist, welche zur Verwendung kommt. Man darf annehmen, dass das Volum der Mörtelmasse bei Kalkbruchstein $^1/_3$, bei Kalk-

tuff $1/4$, bei Backstein $1/5$ bis $1/6$, bei Sandsteinquadern $1/6$ bis $1/8$ der ganzen Mauer ausmacht. — Man sieht, die Mörtelmasse steigt mit der Abnahme der Porosität der Steine, und hilft dadurch den Luftgehalt in der Wand etwas ausgleichen. —

Es ist selbstverständlich, dass die Menge Luft, welche durch Baumaterialien von bestimmter Dicke geht, mit der Oberfläche derselben proportional steigt, dass auf 2 Quadratmeter nochmal so viel Luft durchgeht, als auf 1 Quadratmeter. Wieviel Luft auf 1 Quadratmeter Mauerfläche zu rechnen ist, werden wir bei der Ventilation sehen.

Ueberraschend ist die Wirkung der Benetzung poröser Baumaterialien mit Wasser. In dem Maasse, als sich die Poren mit Wasser füllen, werden sie undurchgängig für Luft. Beachtungswerth ist, dass die Kraft der Adhäsion vom Wasser zum Stein und zum Mörtel um so viel grösser ist, als das Wasser schwerer als die Luft ist. Mit Leichtigkeit lassen sich grosse Raumtheile Luft durch trocknen Mörtel und trockne Ziegelsteine blasen, hingegen mit grosser Anstrengung nur einige Tropfen Wasser. Ich will dasselbe Mörtelstück, durch welches ich vorhin Luft geblasen habe, nun auf einer Seite dadurch benetzen, dass ich ein Röhrenende unter Wasser setze und anstatt Luft durchblase, Luft ansauge. Es wird das Wasser in der Röhre in die Höhe steigen, sich zwischen Glastrichter und Mörtel ergiessen, und so den Mörtel auf seiner Oberfläche ganz feucht machen. Wenn ich nun, nachdem der Mörtel nass geworden, wieder Luft durchzublasen versuche, so geht es nicht mehr, ich mag mich anstrengen, so viel ich will. — Aus diesem einfachen Versuche erhellt ein grosser hygienischer Nachtheil von nassen Wänden, sie schliessen luftdicht, nebst dem, dass sie auch noch andere Nachtheile haben.

Wir Alle wissen, dass Neubauten gefürchtet sind wegen ihrer Feuchtigkeit. In den meisten Staaten bestehen sogar gesetzliche Bestimmungen über das Beziehen von Wohnungen in Neubauten, der Wohnungsconsens soll erst ertheilt werden, wenn das Haus, d. h. seine Mauern, gehörig trocken ist. So allgemein die hier einschlägigen Thatsachen bekannt sind, so verschieden und widersprechend sind die Vorstellungen von den Ursachen und von den Mitteln zur Entfernung der Feuchtigkeit. Ich möchte deshalb davon sprechen, wie das Wasser in einen Neubau hineinkommt, und wie es wieder fortgeschafft wird.

Wenn man einen Hausbau beginnt, sorgt man, noch bevor man einen Stein auf den andern setzt, für einen hinreichenden

Vorrath von Wasser, indem man entweder einen Brunnen gräbt, oder sich mit einer Wasserleitung in Verbindung setzt, denn die Maurer brauchen viel, sehr viel Wasser zum Benetzen der Steine, zum Anmachen von Mörtel. Wer je dem Entstehen eines Neubaues zugesehen hat, dem wird diese reichliche Verwendung von Wasser, der häufige Ruf der Maurer an ihre Handlanger nach Wasser schon aufgefallen sein. Wir wollen die Wassermenge eines Neubaues einer Schätzung unterwerfen. Ein gewöhnliches Wohnhaus von 3 Etagen mit je 5 Zimmern und Küche (Erdgeschoss, 1. und 2. Stock und Kellerraum) erfordert etwa 167 000 (4) Ziegelsteine. Ein Ziegelstein von gewöhnlicher Grösse, wie ihn die Ziegeleien in München liefern, hat nahezu 5 Kilo Gewicht. Ein mittelhart gut gebrannter Ziegelstein vermag mehr als 10 Procent seines Gewichts an Wasser einzusaugen. Ich nehme an, er empfängt durch Benetzen mit dem Maurerpinsel, Eintauchen, durch Uebergiessen mit Mörtel und zeitweise auch mit Wasser nur 5 Procent Wasser, so saugen diese 167 000 Steine während des Hausbaues 41 750 Kilo Wasser, das ist 41 750 Liter auf. Der Mörtel macht gewöhnlich $1/_5$ der Mauermasse aus, enthält aber viel mehr Wasser als die Steine. Es ist zu niedrig gegriffen, wenn man das Wasser im Mörtel ebenso hoch, wie in den Steinen des Neubaues, zu 41 750 Litern annimmt, was zusammen 83 500 Liter ausmacht, welche zum grössten Theil wieder fortgeschafft sein müssen, ehe das Haus ohne Gefahr für die Gesundheit bezogen werden kann.

Wenn wir uns fragen, worin die Hauptnachtheile nasser oder feuchter Wände bestehen, so sind es hauptsächlich zweierlei: 1) Beeinträchtigung der Ventilation und Diffusion der Gase, insofern die Poren der Wand mit Wasser verschlossen oder verengt sind, 2) Störungen in der Wärmeökonomie unseres Körpers. Nasse Wände wirken als einseitig abkühlende Körper, da sie theils durch die in ihnen entstehende Verdunstungskälte wie unausgeheizte Zimmer wirken, theils die Wärme viel besser leiten, als trockne Wände, gerade so wie nasse Kleider, und unsere Wärmeverluste durch einseitig vermehrte Strahlung beträchtlich erhöhen. Die Aerzte constatiren daher in stets feuchten Wohnungen hauptsächlich eine Zunahme solcher Krankheiten, zu welchen auch Erkältung auf anderm Wege häufig die Veranlassung bildet, Rheumatismen und Katarrhe, und ferner chronische Nierenleiden (Morbus Brightii).

Wie bringen wir nun diese 83 500 Liter Wasser wieder aus dem Hause hinaus, ehe wir einziehen, welche Mittel stehen uns da zu Gebote? Dieses Wasser muss alles auf einem einzigen Wege

hinaus, wir können es nicht ablaufen lassen, wir können es nicht auspressen, wir können es nicht zum Sieden erhitzen, — wir müssen es der freiwilligen Verdunstung an der Luft überlassen. Dieser einzige Weg ist zwar ein sicherer, aber ein etwas langwieriger. Die Fähigkeit der Luft Wasser aufzunehmen ist bedingt durch die Tension des Wassers bei verschiedenen Temperaturen zu verdampfen, dann durch die Wassermenge, welche die über einen feuchten Körper streichende Luft bereits enthält, endlich von der Geschwindigkeit, womit diese Luft darüber streicht. Für die ersten beiden Momente kann man als Maassstab die mittlere Temperatur des Jahres in unserm Klima (für Dresden etwa 10° C.) und den mittlern Wassergehalt der Luft (etwa 75 Procent der Sättigungsmenge) annehmen. Bei 10° C. kann ein Kubikmeter Luft 9·7 Gramm Wasser in Dampfform aufnehmen; wenn er von dieser Menge, mit welcher die Luft bei dieser Temperatur mit Wasser gesättigt ist, schon 75 Procent oder 7·3 Gramm enthält, so kann 1 Kubikmeter Luft einem Neubau allerhöchstens 2·4 Gramm Wasser abnehmen. So oftmal nun 2·4 Gramm in 83 500 Kilogrammen oder in 83 Millionen Grammen enthalten sind, so viel Kubikmeter Luft müssen über die Oberfläche der Mauern streichen und sich mit deren Wasser sättigen, bis das Gebäude trocken werden kann, und das sind mehr als 34 Millionen Kubikmeter oder 1360 Millionen Kubikfuss Luft in runder Zahl.

Ich will hier gleich eine Betrachtung anknüpfen über einen Gegenstand, welcher Manchem unter Ihnen schon aus der Erfahrung bekannt sein dürfte. Ich meine das erneute Feuchtwerden scheinbar trocken gewordener Neubauten, wenn sie bezogen werden, sobald man anfängt, sie zu bewohnen. Oft bald nach dem Einziehen sieht man an Wänden und in Ecken feuchte Flecken entstehen, die Fenster schwitzen, die Luft erscheint uns dunstig und drückend. Woher kommt dieses Wasser wieder, nachdem oft von officieller und sachverständiger Seite erklärt worden ist, das Haus ist trocken, es kann bezogen werden. Diese Erscheinung wird in der Regel ganz falsch aufgefasst und erklärt, unsere mangelhaften sinnlichen Wahrnehmungen spielen uns auch da wieder einen Streich und führen unser Urtheil irre, wenn wir glauben, das Wasser entstehe erst jetzt in der Wand, oder werde durch das Bewohnen erst frei gemacht, weil es jetzt erst gesehen wird. Die wenigsten Menschen sind sich klar über die Umstände, unter welchen Feuchtigkeit in den Wänden mit den Augen wahrgenommen werden kann, wann die Feuchtigkeit als sogenannter

nasser Fleck erscheint. — Ich habe hier ein Stück gewöhnliche Tapete von einem unbestimmten braungelben Farbentone. Wo ich mit diesem nassen Pinsel darüber fahre, da wird die Farbe viel intensiver, kräftiger, dunkeler, man könnte glauben, der Pinsel sei nicht mit farblosem, sondern mit gefärbtem Wasser getränkt, — aber wenn man wartet, bis die Tapete wieder trocken ist, so erhält sie auch an den benetzten und augenblicklich dunkler erscheinenden Stellen ihre anfängliche Farbe wieder. Manche von Ihnen denken sich vielleicht, wie ich mich erkühnen kann, hier in dieser hochansehnlichen Versammlung ein so triviales Experiment zu machen, was Jedermann bereits kennt.

Ich mache es, bloss um die Frage daran zu knüpfen, wie es kommt, dass ein Körper, wie Wasser, der durchsichtiger als das reinste Krystallglas ist, eine Farbe so sehr in ihrem Aussehen verändern kann? Diese Wirkung äussert das Wasser bloss auf poröse Farben oder poröse gefärbte Flächen, nie auf compacte, nicht poröse. — Nur ein Aquarell- oder Freskogemälde ändert die Farbe beim Benetzen mit Wasser, ein Porzellan- oder Glasgemälde kaum im geringsten. Wenn das Wasser nicht in die Farbe eindringen kann, ändert es an ihrer Erscheinung nicht mehr, als ein darüber gehaltenes farbloses, durchsichtiges Glas.

Oelgemälde verhalten sich dem Wasser gegenüber anfänglich wie Glas- und Porzellangemälde, sie ändern im frischen Zustande oder frisch gefirnisst beim Benetzen mit Wasser ihre Farben nicht, hingegen wenn sie älter werden und längere Zeit der Luft ausgesetzt sind, so trüben sich manche Farben scheinbar, und dann bringt das Benetzen mit Wasser auch bei Oelgemälden eine ähnliche optische Wirkung hervor, wie auf dieser Tapete. Die Farben erscheinen wieder viel frischer, so lange bis das Wasser wieder verdunstet. Jede Oelfarbe wird mit der Zeit an der Luft porös.

Wenn aber das Wasser in einen Körper auf diese Art eindringen kann, was muss da nothwendig vorausgesetzt werden? Es muss vorausgesetzt werden, dass in der Farbe ein Platz frei ist, den das Wasser einnehmen kann. Dieser Platz sind die Zwischenräume oder Poren des Stoffes. Es fragt sich nun weiter, ob dieser Platz vorher, ehe das Wasser eindringt, vielleicht von etwas anderm eingenommen ist, was nur vom Wasser verdrängt wird, an dessen Stelle sich das Wasser setzt? Sie werden es nicht mehr unwahrscheinlich finden, wenn ich sage, dass ich überzeugt bin, dass die Stelle des Wassers vor dem Benetzen von Luft eingenommen war, dass das Wasser die Luft aus der gefärbten Fläche

verdrängt. Die Differenz in der optischen Wirkung ist eine Folge der Differenz in den optischen Eigenschaften von Luft und Wasser, ein Mal haben wir unsere Farbe — im sogenannten trocknen oder getrübten Zustande — mit Luft gemischt, das andere Mal mit Wasser. Wasser bricht, zerstreut und reflectirt bekanntlich das Licht ganz anders als Luft, muss deshalb auch ganz anders wirken, wenn es anstatt Luft Farben beigemischt wird. Ich habe mich darüber etwas ausführlicher, als ich es hier thun kann, in meiner kleinen Schrift über Oelfarbe und die Conservirung der Gemäldegallerien (5) ausgesprochen, für hier und jetzt genügt, zu wissen, dass feuchte Flecke in einer Wand nur dann erscheinen, wenn die Poren mit Wasser oder einem andern nicht luftförmigen durchsichtigen Stoffe ausgefüllt sind. Es zeigt von unserm richtigen Gefühle, dass wir im Allgemeinen, wenn wir von der Beschaffenheit der Wohnungen sprechen, schon immer die Worte trocken und luftig gleichzeitig gebraucht haben, ebenso wie feucht und dumpf.

Wenn wir nun einen Neubau voreilig beziehen, in dem eben die Poren so frei von Wasser und so voll von Luft geworden sind, dass die Farbe der Wände mit Luft gemischt, die Farbtheilchen von Lufttheilchen anstatt nur von Wassertheilchen getrennt oder unterbrochen erscheinen, dann hat man noch kein Recht anzunehmen, dass alles Wasser aus der Wand entfernt sei. Um die optische Wirkung der Trockenheit hervorzubringen, brauchen nur die Poren der Oberfläche bis zu einem gewissen Grade mit Luft erfüllt zu sein, da kann sonst noch sehr viel Wasser in der Wand stecken.

Wie kommt es nun, dass beim Einziehen der Menschen in einem solchen Neubau sich die Poren der Wand theilweise, oder stellenweise wieder ganz mit Wasser schliessen? Die gewöhnliche Erklärung, die man dafür gibt, sieht recht wissenschaftlich und rationell aus, man hört sie in jeder Vorlesung über Chemie, sie steht auch in jedem Lehrbuche, und ist doch grundfalsch. Man sagt, das sei die Wirkung der Kohlensäure auf das im Mörtel der Wand noch vorhandene Kalkhydrat. Der Mörtel ist ein höchst interressanter Gegenstand, ich bedaure nicht näher auf seine Natur und seinen Erhärtungsprocess eingehen zu können, aber so viel muss ich sagen, dass der zu seiner Bereitung verwandte gebrannte und gelöschte Kalk eine Verbindung von Kalkerde oder Calciumoxyd mit Wasser ist, welche an der Luft in kohlensauren Kalk übergeht, und zwar anfangs bis zu einem gewissen Grade, etwa bis zur Hälfte, sehr rasch, dann aber immer langsamer, so

dass in sehr alten Mauern oft noch unzersetztes Kalkhydrat gefunden wird. Kalkhydrat ist eine ganz trockne Substanz, die kein Wasser an kohlensäurefreie, trockne Luft abgibt. Wenn es in kohlensauren Kalk verwandelt wird, so verbinden sich nur Kalkerde und Kohlensäure und das Wasser, das sogenannte Hydratwasser, wird frei. Von diesem freiwerdenden Wasser nun leitet man gewöhnlich und herkömmlich die in neuen Wohnungen hier und da neuentstehenden feuchten Flecke ab. Man denkt sich, die athmenden Menschen erzeugen mehr Kohlensäure, als sonst in der Luft ist, es wird in der Wand eine entsprechende Menge trocknes Kalkhydrat in kohlensauren Kalk und freies Wasser umgewandelt, und das freiwerdende Hydratwasser macht die Wand nass, d. h. verschliesst die Poren. Diese Erklärung beruht auf keiner einzigen directen Beobachtung an der Mauer selbst, sondern ist nur eine doctrinäre Schlussfolgerung. Noch nie hat ein Chemiker Kalkhydrat durch Liegen in kohlensäurehaltiger Zimmerluft feucht werden sehen, obschon es sich in kohlensauren Kalk verwandelt. Ich bestreite nicht im geringsten, dass mehr Kohlensäure in der Luft auch mehr Kalkhydrat in der Wand zersetzt, und das Hydratwasser frei macht, aber ich bestreite auf das Bestimmteste, dass das Freiwerden von Hydratwasser die bereits theilweise mit Luft erfüllten Poren einer Wand nun vollständig mit Wasser wieder füllen könne, denn das würde voraussetzen, dass das in fester Form im Kalkhydrat enthaltene Wasser zuvor entweder gar keinen Raum erfüllt hätte, oder dass es sich beim Freiwerden so ausdehnen müsste, wie etwa tropfbar flüssiges Wasser beim Uebergang in Gasform. Dagegen sprechen aber alle wissenschaftlichen Analogien und auch alle Beobachtungen; so gross die Unterschiede des Volums sind beim Uebergang vom tropfbar flüssigen Zustande in den gasförmigen, so gering und unbeträchtlich sind sie beim Uebergang vom festen in den tropfbar flüssigen Zustand, ja nicht selten dehnen sich flüssige Körper beim Erstarren sogar etwas aus. Wenn das Wasser des Kalkhydrates im festen Zustande die Poren einer Wand nicht zu verschliessen vermag, so gelingt es ihm auch nicht, wenn es flüssig wird, und nur von dem völligen Verschluss der Poren mit Wasser, von dem völligen Austreiben der Luft aus der Oberfläche der Wand hängt das Sichtbarwerden von feuchten Flecken ab. Die geringe Volumsvermehrung, welche das Kalkhydrat im Mörtel bei Absorption von Kohlensäure erleidet, könnte hier eher in Betracht kommen, aber auch sie genügt noch lange nicht zum Verschluss der Poren. Die nassen Flecke in neubewohnten Neubauten entstehen auf ganz

andere Art, sie entstehen immer durch Niederschläge von Wasser aus der Luft auf die Wand.

Der Mensch entwickelt in seinem Hause nicht nur durch die Functionen der Lunge und der Haut viel Wasserdunst, sondern auch noch durch zahlreiche Verrichtungen seines Haushalts, wie durch Kochen, Waschen, Wischen, Säubern seiner Wohnung u. s. w. Ist die in der Wohnung befindliche Luft nahezu ihrer Temperatur entsprechend mit Wasserdunst schon gesättigt, so genügt eine geringe Kälte der Wand, diese Luft zum Thauen, zum Absetzen ihrer Feuchtigkeit in tropfbar flüssiger Form auf der Wand zu veranlassen, gerade so, wie sich der Dunst oft an den Fensterscheiben niederschlägt. Das Glas der Fensterscheiben vermag gar nichts vom condensirten Wasser einzusaugen, die poröse Wand sehr viel. In alten trocknen Gebäuden können deshalb die Fenster oft stark schwitzen, während die Wände ganz trocken zu bleiben scheinen. Dieser Zustand darf lange andauern, ehe man einer regelrecht construirten Wand etwas anmerkt, ehe sie feucht erscheint, obwohl sich aus der Luft natürlich ebenso auf die kältere Wand Wasser niederschlagen muss, wie auf die kältere Fensterscheibe. Die Wand kann so lange Wasser condensiren, ehe sie feuchte oder nasse Stellen zeigt, bis ihre Poren oberflächlich ganz mit Wasser gefüllt sind, bis die Luft aus den Poren fast ganz verdrängt ist. Daher kommt es auch, dass solche nasse Flecke nicht erst sehr allmälig und langsam sichtbar werden, sondern plötzlich, die Wand schien lange ganz trocken zu bleiben, plötzlich erscheinen zahlreiche feuchte Flecke.

Nun ist es leicht erklärlich, warum so grüne Neubauten viel leichter nasse Flecke bekommen, als Gebäude reifern Alters. Die Wände haben eben erst vom Bauwasser so viel verloren, dass die Poren angefangen haben allseitig theilweise mit Luft, und nicht mehr ganz mit Wasser erfüllt zu sein, so dass sie wenigstens optisch betrachtet trocken erscheinen, und da gehört dann gar nicht viel Wasser dazu, um die Poren stellenweise wieder neuerdings ganz zu verschliessen, und wo und so weit das geschieht, erscheinen feuchte Flecke. Am lehrreichsten ist die Wirkung des Einheizens; nichts ruft in so grünen Bauten die nassen Flecke leichter hervor, als das erste Feuer im Ofen bei wohl geschlossenen Fenstern und Thüren. Die Wärme des Ofens erhitzt zunächst seine Umgebung und es dampft viel Wasser ab in die Luft, so dass die Luft im Zimmer nahezu gesättigt werden muss. Wo nun entfernter vom Ofen die Wand kälter, als die Luft ist, dort thaut es, und wenn die

Poren ohnehin vom Baue her noch grosse Mengen Wasser enthalten, so braucht's nicht viel, sie wieder ganz voll zu machen.

Dass das im Kalkhydrat des Mörtels im festen Zustande vorhandene Wasser beim Flüssigwerden die Poren nicht auszufüllen, und nicht alle Luft auszutreiben im Stande ist, darf auch aus seiner verhältnissmässig geringen Menge geschlossen werden. Nach meiner Schätzung kommt auf ein Haus mit 167 000 Steinen etwa höchstens 25 000 Kilo gebrannter Kalk, welcher, wenn er auch sehr rein ist, nicht über 8000 Kilo Hydratwasser binden wird. Bis der Mörtel hart und der Bau bezogen wird, ist der Wahrscheinlichkeit nach die Hälfte Kalk schon kohlensaurer geworden, es bleiben darnach nur mehr 4000 Kilo Wasser im Hydratzustande, was nicht ganz 5 Procent der ganzen Wassermasse (83 500 Kilo) ausmacht, welche in einen Neubau kommt. Wenn also die übrigen 95 Procent der Baufeuchtigkeit fort wären, so würden die 5 oder selbst 10 Procent, welche im höchsten Falle aus der Umwandlung des Kalkhydrats in kohlensauren Kalk frei werden, in der porösen Wand Platz haben, ohne dass das optische Phänomen eines nassen Fleckes in derselben nur im mindesten zum Vorschein kommen könnte.

An der richtigen Erklärung des Zustandekommens der nassen Flecke in Neubauten hängt zugleich das richtige Verständniss der Function der Mörtelwand in Beziehung auf die Fortschaffung eines grossen Theils des durch den menschlichen Haushalt entwickelten Wassers nach aussen, in die freie Luft. Unsere Wände müssen sehr häufig condensirtes Wasser schlucken, durch ihre Masse hindurch befördern, damit es aussen angekommen, im Freien abdunste. Das ist der Grund, warum nach Norden gelegene, oder aus anderen Ursachen nie von der Sonne beschienene Localitäten oft um so viel feuchter werden, als sonst gleich beschaffene, nach Süden gelegene oder von der Sonne beschienene. Das tritt namentlich bei unbeheizten Räumen am deutlichsten hervor. Es giebt Zeiten im Jahre, namentlich während des Ueberganges vom Winter zum Frühling, wo solche Räume kälter sind, als die äussere Luft. Wenn man nun gar die Fenster öffnet, um die warme Luft der ersten Frühlingstage in diese kalten Räume hereinzulassen, dann schlägt sich eine grosse Menge Wasser an Wänden und sonstigen Gegenständen, an Möbeln, Büchern, Akten, Kupferstichen, Gemälden u. s. w., nieder, was dann solche Localitäten feucht erscheinen lässt. Dieses Wasser muss ebenso wie in einem Neubau wieder nach aussen hin in die Luft abdunsten.

Das ist der Grund, warum nur ein poröses Baumaterial trockne Wohnungen gibt. Unsere Praktiker haben da noch häufig ganz andere Ansichten, und sie träumen davon, man werde dereinst Holz, Ziegelstein und Mörtel durch Zink, Eisen und Mennigkitt ersetzen. Es lässt sich gerade nicht als eine Unmöglichkeit erklären, die natürlichen Functionen der Mörtelwand auch auf andere Weise herzustellen, aber so leicht wird es nicht gehen, wie sich Mancher denkt.

Ich kann Ihnen einen recht belehrenden Fall mittheilen, wie ohne nähere Einsicht in die Function unserer Wände durch scheinbar sehr rationell angelegte Pläne oft das gerade Gegentheil von dem erzielt wird, was man anstrebt. In der Nähe von Eisenhüttenwerken wird bekanntlich viel mit Hochofenschlacken gebaut. Das Material gibt in der Regel mit anderen Steinen vermauert leichte, luftige und trockne Mauern. Es kommt meistens nur in sehr unregelmässigen Stücken, ähnlich wie Bruchstein, zur Verwendung, und verursacht daher sehr grosse Mörtelmassen zur Ausgleichung der Zwischenräume. In dem mir oben vorschwebenden Falle hielt man die grossen Mörtelbänder für ein Uebel, und da eben eine neue Arbeitercaserne zu bauen war, so gedachte man dieses Uebel möglichst klein zu machen und einen Musterbau herzustellen, indem man nur grosse quaderförmig gemachte Schlackenstücke zum Bau verwendete. Der Bau damit ging sehr rasch vorwärts, die Mörtelbänder waren sehr schmal, und es war ein Vergnügen, den fertigen Bau anzusehen. Er trocknete auch viel schneller aus, als die früheren Bauten mit den unregelmässigen Stücken. Man erwartete das Beste. Als der Bau sehr wohl ausgetrocknet von den Arbeitern und ihren Familien bezogen wurde, zeigten sich bald überall die Spuren von Feuchtigkeit, die auch mit dem Alter des Baues nicht abgenommen haben. Dieser Musterbau wurde das feuchteste Haus des ganzen Hüttenwerkes. Die schmalen Mörtelbänder vermochten das an die Wand abgegebene Wasser der Luft des Hauses nicht so zu verarbeiten, als wie die grossen Mörtelmassen bei den unregelmässigen Schlackenstücken. Die Schlacken selbst sind nicht dem Ziegelsteine oder dem Mörtel in ihrem Verhalten zum Wasser vergleichbar, welcher wie ein Schwamm das Wasser ansaugt; die Schlacken sind ein blasiges Glas, auf dem das Wasser sich niederschlägt, wie auf dem Glas der Fensterscheibe.

Ich habe schon einigemal der polizeilichen Ertheilung des Wohnungsconsenses, der hygienischen Erlaubniss gedacht, einen Neubau zu beziehen. Was soll man da für Normen festhalten,

welche Maassstäbe gebrauchen, um den Grad der Feuchtigkeit einer Wohnung oder eines Hauses zu ermitteln? Ich weiss nicht, ob man in Sachsen auch derartige polizeiliche Verordnungen hat, aber anderwärts, wo man sie hat, geräth man damit regelmässig in grosse Verlegenheit, wenn irgend ein Zweifel oder ein Streit über dem wohlmeinenden Ausspruch des ersten polizeilichen Sachverständigen sich erhebt. Ueberall entwickelt sich allerdings entsprechend dem ortsüblichen Baumaterial, der Bauweise und dem Klima eine gewisse Regel für den Zeitpunkt, wo ein Neubau durchschnittlich als getrocknet betrachtet werden kann: aber wenn die Ansicht des Polizeiarztes und des Bauunternehmers nicht übereinstimmen, so wird es dem Letzteren nirgend schwierig sein, eine andere Commission von Sachverständigen zusammenzubringen, welche den Bau für trocken erklärt, wenigstens für so trocken als viele andere Häuser auch waren, die man hat beziehen lassen, denen man den Wohnungsconsens ertheilt hat. Bisher wenigstens war der Ausspruch der Sachverständigen — abgesehen vom Alter des Baues — zum grossen Theil auf den sogenannten praktischen Blick, also auf subjectives Ermessen angewiesen, man hatte keine scharfen Unterscheidungen. Wie es mit dem Werthe des optischen Kennzeichens der Feuchtigheit der nassen Flecke steht, wissen Sie bereits; alles kann trocken erscheinen und doch noch sehr feucht sein. Das Befühlen der Wände mit der Hand, ob sie sich kälter oder wärmer anfühlen, ist auch nur eine höchst willkürliche Schätzung, gerade so wie das Beklopfen der Wände mit einem Schlüssel oder einem kleinen Hammer. Es ist schwer, eine bestimmte Menge Wasser auf diese Art durch das Gesicht, durch das Gefühl oder durch das Gehör zu ermitteln. Das Beste ist noch, wenn man in mehreren Theilen des Hauses kleine Mörtelstücke vom inneren Bewurfe mit Stemmeisen und Hammer losmacht, um sie von einem Chemiker darauf untersuchen zu lassen, wie viel verdunstbares Wasser der Mörtel noch enthält. 4 bis 5 Gewichtsprocente Wasser bezeichnen die Grenze zwischen trocknen und feuchten Häusern. Aber auch diese Methode ist unsicher, der Mörtelbewurf kann an verschiedenen Stellen sehr verschieden trocken sein, und man könnte ein im Allgemeinen trocknes Haus feucht, und ein feuchtes Haus trocken erklären. Das einzig Sichere wäre, zu ermitteln, welche Mengen Wasser innerhalb einer bestimmten Zeit in einzelnen Zimmern an eine noch nicht mit Wasserdunst gesättigte Luft abgegeben werden, d. h. wie feucht die eingeschlossene Luft vom Wasser in der Wand gemacht wird. Das würde sich am besten

durch Heizung einiger Zimmer und durch vergleichende hygrometrische Untersuchungen vor und nach dem Einheizen ermitteln lassen. Doch für diese rationelle Prüfung mangeln einstweilen noch die meisten Vorarbeiten, die nöthig sind. Aber hoffen wir, dass dieselben von den Hygienikern bald in Angriff genommen werden.

Bis dahin möchte aber doch Jedermann gern wissen, was man thun könne, um einen Neubau sicher oder auch schneller als es von selbst geschieht, zu trocknen. Ich hoffe Ihren Glauben an das einzige Mittel, was man bisher hatte, an die Entwickelung von Kohlensäure, an das Verbrennen von Holzkohlen in Windöfen oder Kohlenbecken in den Zimmern erschüttert zu haben. Es wäre hart und grausam von mir, wenn ich glaube, Ihnen etwas genommen zu haben, mich nicht zu bemühen, Ihnen auch etwas anderes dafür zu geben. Ich kann nichts thun, als Sie an das einzige Mittel erinnern, was es gibt, das Wasser aus einem Neubaue zu entfernen, nämlich es an der Luft verdunsten zu lassen. Die Verdunstung hängt ab von der Temperatur, dem Wassergehalt und dem Wechsel oder der Geschwindigkeit der Luft. Denken Sie sich ein gewöhliches, mässiges Zimmer von 100 Kubikmeter Raum. Denken Sie sich darin eine Luft von mittlerer Jahrestemperatur und mittlerm Wassergehalt, so kann ein Kubikmeter Luft 2·4 Gramm Wasser noch aufnehmen, bis er ganz mit Wasser gesättigt ist. Das macht für 100 Kubikmeter 240 Grammen Wasser. Stagnirt die Luft, so darf sie ein Jahr lang und darüber in diesem Zimmer bleiben, sie wird ihm keinen Milligramm Wasser mehr abnehmen, wenn sie einmal damit gesättigt ist, wozu sie bloss 240 Gramm bedarf. Das weitere Trocknen hängt nur von der Grösse des Luftwechsels ab, denn so oft wir wieder 100 Kubikmeter von dieser gesättigten Luft mit 100 Kubikmetern nicht gesättigter Luft vertauschen, entführen wir neuerdings 240 Grammen Wasser. Beträgt der Luftwechsel in diesem Zimmer in der Stunde nur 10 Kubikmeter, so bringen wir stündlich höchstens nur 24 Grammen, also nicht einmal 2 Loth Wasser los. Heizen wir dieses Zimmer z. B. auf 20° C., so erhöhen wir die Tension des Wasserdampfes, d. h. die Fähigkeit der Luft, Wasser aufzunehmen, von 9·7 auf 17·1 Gramm Wasser pro Kubikmeter Luft. Wir bringen dadurch mit jedem wechselnden Kubikmeter anstatt 2·4 nun 10·2 Gramm Wasser los. Da sich mit dem Einheizen auch die Temperaturdifferenz zwischen der Luft im Zimmer und im Freien steigert, so steigert sich auch die Ventilation vielleicht über 50 Kubikmeter in der Stunde und wir bringen durch das Einhei-

zen nun stündlich 510 Grammen, d. h. mehr als das Zwanzigfache los, als wenn wir nicht heizen.

Auch die Windöfen und Kohlenbecken haben in den Fällen, wo sie etwas gewirkt haben, nur als Wärmequellen, aber nicht als Kohlensäurequellen zu nützen vermocht. Heizung sämmtlicher Oefen und beständige Lüftung sämmtlicher Zimmer ist das einzige rationelle, aber zugleich auch das sicherste und erfolgreichste Mittel, um Neubauten rasch zu trocknen, alle anderen Kunststücke helfen nichts, sind eine blosse Täuschung.

Sie sehen, für mich hat auch die Wand ihr Leben, ihre Physiologie. Ich finde es deshalb von Meister Peter Squenz im Sommernachtstraum gar nicht so übel, dass er in seinem Stücke, das ihn Shakespeare vor dem Herzoge von Athen aufführen lässt, nicht bloss den bleichen Mondenschein und den grimmigen Löwen, sondern auch die „süss und liebenswerthe“ Wand, durch welche Piramus und Thisbe sich besprechen, personificirt und redend eingeführt hat. Ich hätte Ihnen noch manches zu erzählen von der Wand, aber meine Zeit ist gemessen, ich muss noch zu einem andern Gegenstande übergehen, der von hervorragender Bedeutung ist, zum Luftwechsel des Hauses, zur Ventilation.

Wir haben schon bei der Kleidung gesehen, dass das Wohlbefinden unseres Körpers es gebieterisch verlangt, dass uns beständig ein Strom Luft umfliesse, und deshalb muss eine Strömung aus der freien Atmosphäre auch beständig durch unsere Wohnungen gehen. Bis in die neueste Zeit haben wir uns eingebildet, wenn wir windstill in unseren Häusern sassen, wir seien von der äussern Luft getrennt und abgeschlossen. Wir wurden zu dieser Selbsttäuschung verleitet, weil unsere Nerven und Sinne nichts davon wahrzunehmen vermögen, wie sich die Luft verhältnissmässig stark doch bewegt, wenn sie uns auch ganz windstill und bewegungslos erscheint. Wir können unserm Schöpfer nicht dankbar genug sein, dass es nicht so war, wie wir uns immer vorgestellt haben, denn dann wären wir längst zu Grunde gegangen. Wenn wir uns noch so ängstlich von der äussern Luft abzuschliessen strebten, wir mussten doch immer mit ihr in Zusammenhang und Austausch bleiben. Es giebt kein Haus, was seine eigene Luft haben könnte, jedes Haus hat die Luft, von der es aussen umgeben wird, die Luft der Umgebung durchzieht und durchströmt es nur schneller oder langsamer, und das Haus und was in ihm ist und vorgeht, hat keine andere Gewalt in sich, als diesen Strom von Luft während seines Durchgangs durchs Haus mehr oder weniger zu verunreinigen.

Die Verunreinigung darf einen gewissen Grad nicht überschreiten, und dieser hängt wesentlich von zwei Grössen ab, erstens von der Menge der Verunreinigungen und Veränderungen, und zweitens von der Grösse des Stromes; beide Grössen sollten eigentlich stets in einem gleichen Verhältnisse erhalten werden, je grösser die Verunreinigung, desto grösser sollte der Strom werden.

Es fragt sich zunächst, wodurch verändern oder verunreinigen wir die atmosphärische Luft in unseren Häusern? Auf zweierlei Art: 1) qualitativ durch Beimischung von Stoffen, welche der Luft, wie sie aus dem Freien kommt, fremdartig sind, 2) quantitativ durch Veränderung der Mischungsverhältnisse ihrer normalen Bestandtheile. Beide Verunreinigungen gehen unvermeidlich und constant vor sich, müssen aber gewisse Grenzen einhalten, die sie nicht überschreiten dürfen.

Die Verunreinigungen können gasförmige oder staubförmige sein. Eine Beimischung fremder Stoffe zu den normalen Bestandtheilen der Luft nehmen wir vielfach schon durch unsere Sinne wahr, durch Geruch, Geschmack, Gesicht. Namentlich ist der Geruchssinn für viele Stoffe sehr empfindlich; wir riechen z. B. Spuren von ätherischen Oelen, welche sich jedem andern Nachweise entziehen. Der Geruchssinn der Wilden ist wunderbar gleich dem mancher Thiere. Wenn man denkt, welche Mengen von Substanz ein Stück Wild in seiner Fährte am Boden lassen kann, während es in der eiligsten Flucht dahin brausend denselben kaum berührt, und dass der Jagdhund doch nach längerer Zeit noch wittern kann, wenn er dieser Stelle nahe kommt, was von der Fährte Substanzielles in die Luft übergeht, — so kann man über solche Leistungen des Geruchssinnes nicht genug staunen. — Andere Stoffe erregen nicht so sehr den Geruchssinn, sondern machen sich durch allerlei physiologische Wirkungen bemerkbar. Kohlenoxydgas wirkt z. B. auf keinen unserer Sinne, aber in einer Luft, welche nur $1/2$ Procent dieses Gases enthält, sterben nach einiger Zeit des Verweilens Menschen und Thiere. — Wenn in einem Zimmer einige Grane Veratrin in offener Reibschale zu Pulver zerrieben werden, niesen alle Personen, die anwesend sind. — Andere Stoffe, z. B. Producte der trocknen Destillation glycerinhaltiger Fette, Holzrauch u. s. w., wirken mehr auf die Schleimhaut der Augen, und reizen diese zu Thränen und zu Entzündung. — Andere Dämpfe und staubförmige Körper in der Luft wirken auf den Geschmack (z. B. Aloëstaub).

Wir halten jede Luft, welche auf unsere Sinne oder unser Be-

finden anders wirkt, als die Luft im Freien, mit Recht für verunreinigt.

Während wir in dem Luftstrome leben, der sich aus dem Freien durch unsere Häuser hindurch abzweigt, verunreinigen wir ihn auf mannichfache Art auch noch in der zweiten Weise durch quantitative Veränderungen seiner Mischung. Wir entziehen ihm Sauerstoff durch unsern Athmungsprocess, durch das Brennen von Lichtern, wir vermehren seinen Kohlensäure- und Wassergehalt durch Lungen- und Hautthätigkeit und durch zahlreiche Geschäfte des Haushalts.

Alle diese Verunreinigungen und Veränderungen sind theils unvermeidliche, theils vermeidliche. Zu den unvermeidlichsten gehören die Verunreinigungen durch Haut und Lungen, denn die Luft durch diese nicht verunreinigen und verändern hiesse aufhören zu leben. Zu den vermeidlichen gehört alles, was in Folge mangelhafter Reinlichkeit, oder sorgloser Behandlung von Abfällen etc. in den Luftstrom übergeht, dessen Ausnutzung wir so viel als möglich ausschliesslich für Haut und Lungen vorbehalten sollten. Es ist eine nicht zu rechtfertigende Verschwendung der Ventilation, wenn man sie gegen vermeidliche Verunreinigungen der Luft richtet, gegen welche sie in der Regel auch sich wenig wirksam erweist. Wenn ich einen Düngerhaufen im Zimmer habe, so thue ich viel gescheidter, diesen zu entfernen, anstatt das Zimmer stärker zu ventiliren. Wir verfahren viel rationeller, wenn wir von vornherein die Mittheilung solcher Verunreinigungen an die Luft unserer Wohnräume verhüten, als wenn wir hintennach ihre Folgen durch Ventilation zu beseitigen suchen. Ohne durchgreifende Reinlichkeit helfen in einem Hause, in einer Anstalt alle Ventilationsvorrichtungen nichts oder wenig, und das eigentliche Gebiet oder Feld der Ventilation beginnt erst da, wo die Reinlichkeit durch rasche Entfernung oder sorgfältigen Verschluss luftverderbender Stoffe nichts mehr zu leisten vermag. Gegen die Verunreinigung der Luft durch Respiration und Perspiration, wogegen die Reinlichkeit nichts mehr auszurichten vermag, kann die Ventilation ganz allein ankämpfen, dagegen muss sie also ganz vorzüglich gerichtet werden.

Betrachten wir zunächst etwas näher die verschiedenen Ursachen der Luftbewegung, welchen Vorgang die lateinische Sprache besser bezeichnet, als die deutsche. Ventiliren und lüften ist gleich bedeutend. Ventiliren ist von *ventus*, Wind, abgeleitet, lüften von Luft. Da nun Wind schon Luft im Zustande der Bewe-

gung ist, so ist Ventilation ein besseres Wort, als Lüftung. So viel zu meiner Entschuldigung, wenn ich das Wort „ventiliren" öfter und lieber gebrauche, als das Wort „lüften". — Ursache zur Bewegung von Gasen ist alles, was das Gleichgewicht einer zusammenhängenden Luftmasse stört. Der Zustand der Ruhe setzt nicht nur nach allen Seiten hin gleiche Temperatur und gleiches specifisches Gewicht, sondern auch ganz gleiche qualitative und quantitative Mischung voraus. Dass unter diesen Voraussetzungen bei grösseren Luftmassen von einer absoluten Ruhe eigentlich nie die Rede sein kann, ist selbstverständlich. Die Bewegungen der Luftarten unter sich, das Streben, sich einander nach allen Seiten hin ganz gleichmässig zu durchdringen, sogar entgegengesetzt ihrem specifischen Gewichte, die Kraft, mit welcher das schwere Kohlensäuregas in einer darüberliegenden Schicht von 20mal leichterm Wasserstoffgas aufsteigt und umgekehrt Wasserstoff in Kohlensäure niedersteigt, diese Bewegungen werden nicht unter Ventilation, sondern unter der Bezeichnung Diffusion begriffen. Mit diesem Vorgange des Luftaustausches, der im Haushalte der Natur eine so grosse Rolle spielt, brauche ich bei der Ventilation nicht zu sprechen, da seine Wirkung hier nur wenig ausgiebt und in Betracht kommt, die Ventilation befasst sich mehr mit der Ortsveränderung von Luftmassen durch mechanischen Druck, mit dem Verschieben ganzer Luftmassen im Raume, wenn diese auch so gleichmässig zusammengesetzt sind, dass ihre Theilchen durch Diffusion zu keinem derartigen Ortswechsel gezwungen wären.

Ventilation rufen wir wesentlich durch Störung des Gleichgewichts der Luft auf zwei Wegen hervor: 1) durch Temperaturdifferenz von sich nahen und frei communicirenden Luftschichten, 2) durch mechanischen Druck oder Stoss auf die Luft in bestimmter Richtung. Wir erzeugen durch beide Mittel die nämliche Bewegung, heissen aber diese im ersten Falle gewöhnlich Zug, im zweiten Wind, wir sagen, wir rufen Zug hervor durch einen Kamin oder Ofen, oder erzeugen Wind durch Fächer oder Windflügel oder Ventilatoren.

Diese beiden Factoren des Luftwechsels sind in unseren Häusern unausgesetzt thätig, nur in einem sehr verschiedenen Grade zu verschiedenen Zeiten. Unsere Häuser stehen in der freien Luft, die nie ganz ruhig ist, — selbst bei vermeintlicher Windstille ist immer etwas von dieser Kraft, vom Winde zur Ventilation verfügbar. Dann sind unsere Häuser entweder kälter oder wärmer als die umgebende Luft. Sie wirken deshalb genau so, wie

weite Kamine. Wenn sie kälter sind, wird sich die Luft an ihnen abkühlen und es wird ein abwärts gehender Luftstrom entstehen, wenn sie wärmer sind, wird sich die Luft an ihnen wärmen, und es entsteht ein aufsteigender Luftstrom.

Die Luftmenge, welche in einem Hause unter dem Einfluss dieser beiden Factoren wechselt, hängt ausserdem natürlich auch noch von dem Verschlusse des Hauses, von der Grösse und Zahl der Oeffnungen ab, welche dem Luftwechsel offen stehen. Durch ein grosses offenes Fenster kann mehr Luft herein, als durch ein kleines, und durch zwei offene Fenster mehr, als durch eines, durch ein poröses Baumaterial mehr, als durch ein compactes.

Ventilation findet deshalb immer, auch ohne jede besondere künstliche Vorrichtung statt, aber die Grösse derselben ist abhängig 1) von der Grösse der Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen, 2) von der Stärke des Windes oder der Luftbewegung im Freien, 3) von der Grösse der Oeffnungen, welche dem Luftwechsel offen stehen. Man könnte die ersten beiden Momente die Luft bewegenden, das letzte das vermittelnde, das Luft ein- und auslassende Moment nennen. Bis zu gewissen Graden kann ein Moment für das andere eintreten. Fehlt die Temperaturdifferenz, wie z. B. im Sommer, so kann der Wind wirken, sind beide zu schwach, so kann man die Oeffnungen des Hauses durch Oeffnen von Fenstern und zuletzt von Thüren erweitern. Im Winter bei grosser Temperaturdifferenz zwischen der Luft innen und aussen dringt durch kleine Oeffnungen in Folge grösserer Druckdifferenz ebenso viel Luft, wie im Sommer durch grosse. Wenn wir uns im Winter längere Zeit in einem ungeheizten Zimmer aufhalten, in dem die Temperatur nur unbedeutend höher ist, als in der freien Luft, so ist die Ventilation ebenso schwach, als im Sommer, die Luft wird durch unsern Aufenthalt in ihr bei nicht geöffnetem Fenster ebenso schlecht, und wir sollten ebenso lüften, d. h. Fenster öffnen, wie im Sommer, — aber wir thun es nicht, weil uns friert, weil wir uns vor Kälte schützen möchten. Die Wohnungen unserer Armen bieten oft den grössten Theil des Winters hindurch dieses Bild von mangelnder Ventilation dar, dessen traurige Seiten sich mit der Dauer des Winters noch vergrössern. Anfangs sind vom Sommer her doch noch die Wände trocken und porös und tragen zur Ventilation bei, so weit Wind geht, in dem Maasse aber, als die Wände immer kälter werden, condensiren sie immer mehr Wasser aus der Luft des Hauses oder der Hütte, verstopfen sich zuletzt mit Wasser und werden impermeabel für Luft, wie Sie es an dem nassen Mörtelstücke gesehen haben. Schlechter Schluss von Thüren und

Fenstern, zerbrochene Fensterscheiben, die man erst wieder ganz machen kann, wenn mit Eintritt der bessern Jahreszeit auch die Zeit kommt, wo man wieder leichter etwas Geld verdient, sind oft noch die einzigen Wege der Ventilation. Der Arme hält sie für ein Uebel, sie sind auch eins, aber sie sind unter anderen Uebeln das geringere, ohne welches er oft noch tiefer leiden würde.

Manchem unter Ihnen wird dieses sachliche Verhältniss gewiss das erhebende Gefühl ungeahnter persönlicher Genugthuung gewähren. Wer im Winter die Armen mit Brennmaterial unterstützt, der verschafft ihnen nicht bloss die Wohlthat einer warmen Stube, sondern zugleich auch reinere und bessere Luft in ihr. Sie können das als ein naturwissenschaftliches Gleichniss betrachten dafür, dass auf jeder Wohlthat auch noch ein weiterer Segen ruht, selbst wenn wir gar nicht daran denken.

Aus diesen Grundlehren der Ventilation geht auch hervor, wie falsch die Praxis ist, welche in den Schlafsälen mancher Anstalten, die von vielen Menschen bewohnt sind, noch öfter angetroffen wird. Morgens, wenn die Personen aufgestanden und die Betten gemacht sind, werden die Fenster geöffnet und die Schlafsäle so den ganzen Tag hindurch gelüftet. Vor dem Schlafengehen werden sie geschlossen, und die armen Menschen bilden sich ein, sie schliefen die ganze Nacht hindurch in frischer Luft. Wer Morgens vor dem Aufstehen in einen solchen Schlafsaal tritt, prallt förmlich zurück vor dieser frischen Luft, welche die Nacht über nur ganz unbedeutend und zufällig erneuert worden — und mit den Ausscheidungen von Haut, Lungen und auch noch anderer Organe so schwer beladen ist, dass sie auf einen frisch in diese Atmosphäre Eintretenden mit ihrer ganzen Wucht drückt. Bei mangelnder Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen wäre das theilweise Offenbleiben der Fenster des Schlafsaales während der Nacht im Winter ganz ebenso nothwendig, wie im Sommer, so weit es den Luftwechsel anlangt.

Der Körper der Schlafenden ist allerdings selbst eine kleine Wärmequelle, und man heizt solche Schlafsäle anstatt mit Holz oder Steinkohlen allmälig mit der aus den Betten abfliessenden menschlichen Wärme etwas an, aber ausheizen, dass auch die Wände etwas wärmer würden, kann man sie auf diese Weise nie. Der von den Schlafenden ausgeathmete Wasserdunst wird an den Wänden condensirt und verschliesst gegen den Morgen zu die Poren der Wand immer mehr und mehr. Wenn von diesem Wasser den Tag über bei offenem Fenster auch ein Theil wieder ver-

dunstet, so kommt es doch gar nicht selten vor, dass solche Säle im Laufe des Winters deutlich nasse Stellen in der Wand erscheinen lassen.

Man hat sich eingeredet, so kalt zu schlafen sei gesund. Wenn man aber fragt, auf welchen Thatsachen diese Theorie beruht, so kann Niemand die vergleichenden Beobachtungen und Zahlen über den Gesundheitszustand der Personen in beheizten und unbeheizten Schlafsälen angeben oder mittheilen; man sagt's eben so, man hat's eben so gehört, und ich schwöre darauf, diese Theorie ist nicht ohne Eigennutz entstanden, das Einheizen kostet Geld und macht Mühe, Kaltschlafen erspart Oefen und Brennmaterial.

Es wäre ehrlicher zu sagen, kalt schlafen, d. h. in nicht geheizten oder nicht heizbaren Räumen schlafen, schadet unter Umständen nicht so viel, die Armen schlafen auch in unbeheizten Räumen, und leben doch. Wenn ein Einzelner in einem grossen unbeheizten Raume im Winter bei wohl geschlossenen Fenstern und Thüren schläft, so lässt sich sehr wohl denken, dass ihm das gar nichts schadet, wenn er ein gutes Bett hat, und der Raum gross genug ist. Einer verdirbt natürlich die Luft eines und desselben Raumes, wenn sie nicht wechselt, wenn keine Ventilation stattfindet, bei weitem nicht so, wie zwei, drei und mehr. Das Bett ist ein Kleidungsstück, ein Apparat, welcher für den Wärmehaushalt ausgezeichnete Dienste leistet, — so dass es uns im kältesten Schlafsaale nicht friert, aber dass Bett ist kein Ventilationsapparat für die Luft des Schlafsaales, für welche auf andere Weise gesorgt werden muss. Wer gesund kalt schlafen will, muss nicht nur ein gutes Bett haben, sondern auch einen grossen Raum, oder sehr schlecht schliessende Fenster und Thüren, oder sehr poröse Wände, oder er muss im Winter so gut wie im Sommer theilweise ein Fenster auflassen.

Sie werden jetzt das Bedürfniss fühlen, von mir zu hören, wie viel Luft oder Ventilation denn eigentlich ein Mensch in einer bestimmten Zeit braucht, nachdem Sie von mir doch gehört haben, dass alles voll Luft ist, dass die Luft überall durchgeht, dass ihr Durchgang nur mit der grössten Sorgfalt zu verhindern ist. Manche meiner Zuhörer werden fragen, was braucht's denn da noch besonderer Ventilationsvorrichtungen, wenn Luft durch jeden Ziegelstein, durch den Mörtel, durch das Holz hindurch geht; da wären ja eher Mittel angezeigt, sich vor diesem allseitigen Luftandrang zu schützen.

Es ist mit der Luft, wie mit allen Dingen, die man nothwendig braucht, es ist, wie mit dem Gelde, man muss nicht nur etwas davon haben, man muss auch genug davon haben, man soll wenigstens haben, was man braucht. Etwas Geld hat zuletzt jeder, selbst der ärmste Bettler. Bis in die neueste Zeit hat man die Ventilationsfrage mehr qualitativ aufgefasst, man wollte nur Luftwechsel haben, und war zufrieden, wenn man in einem Raume eine Oeffnung zeigen konnte, durch welche Luft hereinging, und eine andere Oeffnung, durch welche Luft hinausging. Wenn man das zeigen konnte, war man zufrieden, man sagte stolz: Hier sehen Sie, dass wir Ventilation haben. Die Frage, wie viel Luft herein- und hinausgeht, durfte man nicht stellen; hätte man das Bedürfniss gekannt, und die Befriedigung desselben, so wäre die Ventilation, die man oft mit so viel Stolz zeigte, in der Regel nur als eine bettelhafte erschienen. Dass man sich darüber klar geworden ist, ist noch keine zwanzig Jahre her.

Wir verderben die Luft eines geschlossenen Raumes unvermeidlich dadurch, dass sie uns zur Unterhaltung unseres Respirationsprocesses und Perspirationsprocesses, der Functionen von Lunge und Haut dient. Bis zu welchem Grade nun dürfen wir mit den Ausscheidungen von Haut und Lunge die Luft eines geschlossenen Raumes verändern oder verunreinigen, ohne dass erfahrungsgemäss unser Befinden darunter leidet? Der Beantwortung dieser Frage muss die Beantwortung einer andern Frage vorausgehen, nämlich: Welchen Maassstab haben wir, um die Verunreinigung der Luft zu messen? Von jeher haben wir, wenn auch nicht zum Messen, doch zum Schätzen der Verunreinigung der Luft als Anhaltspunkt den Geruch genommen, welcher ihr dadurch mitgetheilt wird, dass Menschen in ihr athmen und ausdunsten. Dieser Maassstab ist ein ähnlicher, als wie wir etwa die Menge Wasser in einer Wand durch den Sinn des Gesichtes bestimmen, insofern die Wand nass oder trocken erscheint. Es kann eine Wand trocken erscheinen und doch noch sehr feucht sein, ebenso kann eine Luft mehr oder weniger riechen, ohne deshalb in diesem nämlichen Grade schon zum Athmen und Ausdünsten gedient zu haben. Ferner ist der Geruch eine ganz subjective Empfindung, bei verschiedenen Menschen von sehr verschiedener Erregbarkeit und Feinheit, so dass unter 10 Menschen kaum 2 gleich urtheilen werden. Wenn auch im Allgemeinen sich eine gewisse Regel für die Güte einer Zimmerluft nach ihrem Geruch ergeben kann, so wird in streitigen Fällen die Entscheidung doch immer

eine subjective sein. Etwas anderes wäre es, wenn wir eine Methode besässen, die Riechstoffe einer Zimmerluft zu concentriren, sie aus einem bestimmten Luftvolum auszuscheiden, niederzuschlagen oder zu absorbiren, um sie dann zu messen oder zu wägen. Dafür aber haben wir keine Methoden: unserer Nase bleibt Alles überlassen.

Ich habe es daher für geboten gehalten, nach einem andern Anhaltspunkte zu suchen, welcher unabhängig von unserm subjectiven Urtheile ist. Ich bin von der Kohlensäureausscheidung des lebenden Menschen ausgegangen, deren Menge sich in der Luft leicht und sicher bestimmen lässt. Auch die freie Luft enthält schon etwas Kohlensäure, wenn auch sehr wenig, es handelte sich daher, die Vermehrung des Kohlensäuregehalts der Luft in einer Anzahl von bewohnten Zimmern mit notorisch guter und notorisch schlechter Luft zu bestimmen, und unter einander zu vergleichen. Die Richtigkeit dieses Maassstabes hängt von einer Voraussetzung ab, nämlich dass in dem bewohnten Raume keine anderen Kohlensäurequellen, als die Menschen vorhanden sind, dass z. B. keine Flammen brennen, dass nicht geraucht wird u. s. w., Voraussetzungen, die leicht zu constatiren sind. Wenn ich die Kohlensäure als Maassstab für die Verschlechterung einer Zimmerluft annehme, so will ich damit gar nicht sagen, dass ich den gefundenen Kohlensäuregehalt als das vorwaltend Schädliche einer solchen Luft betrachte, sondern die Kohlensäure ist mir nur ein Maassstab, mit dem alle sonstigen Veränderungen, welche in der Luft durch Respiration und Perspiration gleichzeitig und proportional erfolgen, gemessen werden. Unter der Voraussetzung des Ausschlusses anderer Kohlensäurequellen im Raume ist die Vermehrung der Kohlensäure in einer Zimmerluft ein brauchbarer Maassstab dafür, bis zu welchem Grade die vorhandene Luft sich schon in den Lungen der Anwesenden befunden hat. Alle übrigen Functionen, an welchen sich die Luft sonst betheiligt, gehen ziemlich proportional mit der Respiration. —

Eine Reihe von Bestimmungen hat nun ergeben, dass 1 Volum Kohlensäure in 1000 Volumen Zimmerluft oder 1 pro Mille Kohlensäure durchschnittlich sehr sicher die Grenze anzeigt, wo gute und schlechte Luft sich scheiden. 1 pro Mille Kohlensäure als Grenzwerth für gute Zimmerluft ist jetzt eine ziemlich allgemeine Annahme, die sich praktisch bewährt, ich wiederhole, unter der Voraussetzung, dass der Mensch die einzige Kohlensäurequelle im Raume ist.

Unter der Voraussetzung einer bekannten Kohlensäurequelle lassen sich solche Kohlensäurebestimmungen in der Zimmerluft auch noch zur Messung einer andern Grösse benutzen, welche sonst jeder Messung trotzen würde, ich meine die Grösse der Ventilation jedes geschlossenen Raumes von gegebener Beschaffenheit. Denken Sie sich ein Zimmer mit seinen Wänden, Fenstern und Thüren, mit seinen tausendfachen Undichtigkeiten, durch welche Luft ein- und austreten kann. Man kann nicht die Geschwindigkeit der Luft an jeder Spalte, an jedem Loche, nicht den Durchmesser jeder einzelnen Pore messen, in welcher Luft herein- und hinausgeht, selbst wenn man die Mittel besässe, so geringe Windgeschwindigkeiten und Querschnitte zu messen, — und doch möchte man zu gern wissen, wie viel Luft in einem gegebenen Raume und unter verschiedenen äusseren Umständen wechselt. Mir erschien als das einzige mögliche Mittel zum Zweck, die Luft eines Raumes, wir wollen sagen eines Zimmers, bis zu einem gewissen Grade mit Kohlensäure zu mischen oder zu bereichern, dann die Kohlensäureentwickelung abzubrechen, und nun die Abnahme des Kohlensäuregehaltes der Luft in bestimmten Zeitabschnitten zu constatiren. Wenn man den Kohlensäuregehalt der äussern Atmosphäre kennt, so kann man berechnen, wie viel von der äussern Luft sich der kohlensäurehaltigeren Zimmerluft beständig beimischen muss, damit der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft innerhalb einer bestimmten Zeit um so und so viel sinke. Die Rechnung setzt voraus, dass sich die Kohlensäure aus dem Raume nur auf dem Wege des Luftwechsels, durch Ventilation, und nicht etwa vorwaltend durch Diffusion oder Absorption entferne. Die Praxis hat in einer grossen Zahl von Fällen gezeigt, dass die Fehler, welche durch unvollständige Erfüllung der beiden letzten Bedingungen entstehen, nicht gross sind. Ich halte diese Methode selbst nicht für absolut genau, aber die Bemängelungen derselben, die ich gehört habe, sind meist bloss doctrinärer Natur, es wird bloss immer befürchtet, dies oder jenes könnte sein oder möchte eintreten; die Versuche selbst zeigen, dass die gefürchteten Einflüsse den wirklichen gegenüber nur geringe Grössen sein können. Ich habe es ausreichend gefunden, wenn ein Bau einige Jahre alt, und gehörig ausgetrocknet war. Jedenfalls müssen wir vorläufig bei dieser Methode bleiben, selbst wenn sie noch unvollkommener wäre, weil sie die einzige ist, bis Jemand eine bessere findet.

Ich war wohl im Stande, die Kohlensäure in der Luft zu bestimmen, aber nicht ebenso auf den Luftwechsel zu berechnen.

Ich bin ein schlechter Mathematiker, dafür habe ich aber einen guten Freund, der zu den ausgezeichnetsten seines Faches gehört. Professor Dr. Ludwig Seidel in München entwarf mir eine Formel, nach der ich gerechnet habe (6). Später construirte Prof. Dr. Kohlrausch in Göttingen für etwas andere Umstände eine andere, nach welcher die Herren Henneberg, Schultze und Märker arbeiteten.

Es ist auf diesem Wege gefunden worden, dass die Ventilation ein und desselben Zimmers oder sonst eines Raumes bei geschlossenen Fenstern und Thüren unter verschiedenen Umständen nicht nur sehr grossen und bestimmten Wechseln unterliegt, sondern dass sie meist viel grösser ist, als man bisher vermuthet hatte. Im Durchschnitte ergab sich für Räume, in welchen die Luft notorisch gut blieb, eine Ventilation von mehr als 60 Kubikmetern per Kopf und Stunde. — Man wusste bisher nur, dass der Mensch in einer Stunde nicht einmal einen halben Kubikmeter ein- und ausathmet, und da mussten 60 Kubikmeter Luft per Stunde für 1 Menschen als eine fast unglaubliche Grösse erscheinen.

Dass diese Grösse aber wirklich nur das unumgänglich Nothwendige ist, hat man in Frankreich auf einem ganz andern Wege als auf dem des Calcüls, auf einem ganz empirischen Wege festgestellt. Nach der schweren Cholerazeit von 1848 beschloss man in Paris den Bau eines Musterspitals in der Vorstadt Poissonière, des Hôpital la Riboisière (7), welches auch mit künstlicher Ventilation versehen werden sollte. — In das Programm dafür musste natürlich auch die Luftmenge aufgenommen werden, welche man von der Ventilationseinrichtung verlangte. Man glaubte Ausserordentliches zu verlangen, als man unter Ziffer 4), 5) und 7) jenes Ventilationsprogrammes, welches Grassi mitgetheilt hat, festsetzte:

4) „eine fortwährende Ventilation von warmer Luft während des Winters und von kalter Luft in der warmen Jahreszeit zu mindestens 20 Kubikmetern per Stunde und Bett in den grossen Sälen;

5) eine Ventilation nur während des Tages in den Zimmern des entsprechenden Pavillons zu 10 Kubikmetern auf das Bett;

7) die Ventilationsapparate müssen einen Ueberschuss an Kraft besitzen, hinreichend, um in allen Sälen oder theilweise eine zweimal so starke Ventilation wie die eben angegebene hervorbringen zu können."

Die Luft wurde theils durch von einer Dampfmaschine getriebene Windflügel (Ventilatoren), theils durch Zugessen in Bewegung gesetzt. Sie strömte in Canälen in den Sälen zu und ab, und konnte ihre Geschwindigkeit leicht mit Anemometern gemessen werden.

Als man in einigen Vorversuchen anfing, einen Krankensaal mit 10 Kubikmeter per Bett und Stunde zu ventiliren, war die Luft ohne jede chemische Untersuchung schon durch den blossen Geruch so schlecht befunden worden, dass man froh war, 20 Kubikmeter in Aussicht genommen zu haben. Als nun 20 Kubikmeter per Bett und Stunde ventilirt wurden, war man sehr überrascht, die Luft im Saale noch ebenso übelriechend zu finden, und man dachte mit Befriedigung daran, dass man für ausserordentliche Fälle das Doppelte, also 40 Kubikmeter per Bett und Stunde, verlangen kann. Aber auch, als man diese Menge ventilirte, liess der Geruch der Luft viel zu wünschen übrig. Erst bei 60 Kubikmetern per Bett und Stunde wurde die Luft gut, so dass die Aerzte, Beamten und Wärter sich zufrieden erklärten.

Gegenwärtig lauten die Ventilationsprogramme in Frankreich ganz anders als zu Anfang der 50er Jahre. Gegenwärtig verlangt man für Stunde und Person:

in Spitälern bei gewöhnlichen Kranken .	60 bis 70	Kubikmeter
„ „ „ Verwundeten	100	„
„ „ „ Epidemien	150	„
„ Gefängnissen	50	„
„ Werkstätten, gewöhnlichen	60	„
„ „ ungesunden	100	„
„ Casernen, am Tage	30	„
„ „ bei Nacht	40 bis 50	„
„ Schauspielhäusern	40 bis 50	„
„ Sälen für länger dauernde Versammlungen	60	„
„ Sälen für kürzer dauernde Versammlungen	30	„
„ Schulen für Kinder	12 bis 15	„
„ „ „ Erwachsene	25 bis 30	„

So ändern sich die Zeiten.

Jetzt werden Ihnen die vielen Spalten und Ritzen und Löcher und Poren in unseren Wohnungen nicht mehr als so schrankenlose Mittel des Luftwechsels erscheinen, nachdem Sie wissen, wie gross er zu sein hat, jetzt wird Sie eher wieder eine kleine Angst be-

schleichen, woher wir denn diese enormen Luftmassen nehmen und erhalten sollen, wenn wir ruhig zwischen den vier Mauern sitzen, wo wir nicht den mindesten Zug spüren, wo sich kein Vorhang bewegt, wo eine Flaumfeder ruhig auf dem Boden liegen bleibt. Dieses Gefühl der Ruhe hat man nur der Fühllosigkeit der Sinnesorgane zu danken, — die Luft bewegt sich doch.

Um nur einigermaassen ein Bild vom Einflusse der Temperaturdifferenz, vom Werthe mehr oder weniger gut schliessender Fenster und Thüren, von einem Feuer im Ofen, welcher im Zimmer geheizt wird, und vom theilweisen Oeffnen eines Fensters geben zu können, will ich Ihnen ganz summarisch die Ergebnisse mittheilen, welche ich bei Versuchen in einem Zimmer mit Ziegelsteinwänden von 75 Kubikmeter Inhalt mit Hilfe von Kohlensäuremessungen erhalten habe.

Bei einer Temperaturdifferenz von 19° C., als es im Zimmer 18° Wärme und draussen 1° Kälte hatte, wechselten in diesem Zimmer in einer Stunde 75 Kubikmeter Luft, also so viel, als das Zimmer Raum hatte.

Als ich bei gleicher Temperaturdifferenz und gleichen äusseren Umständen ein lebhaftes Feuer im Ofen anzündete und alle Klappen und Thüren nach dem Kamine hin öffnete, stieg der Luftwechsel in der Stunde auf 94 Kubikmeter, also nicht ganz um 20 Kubikmeter oder 25 Procent.

Als ich alle Fugen an Fenstern und Thüren, sogar die Schlüssellöcher mit starkem Papier und Kleister verklebt hatte, wechselten in dem nämlichen Zimmer bei einer Temperaturdifferenz von 19° noch 54 Kubikmeter in der Stunde, war also der Luftwechsel nur um 28 Procent gesunken.

Als ich die Abnahme der Kohlensäure in demselben Zimmer verfolgte bei einer Temperatur des Zimmers von 22°, während es im Freien 18° hatte, die Temperaturdifferenz also nur 4° betrug, wechselten in der Stunde durchschnittlich nur 22 Kubikmeter Luft.

Als ich nun einen Fensterflügel von 8 Quadratfuss Fläche öffnete, stieg der Luftwechsel auf 42 Kubikmeter in der Stunde.

Diese Ergebnisse sind lehrreich. Man sieht deutlich, dass eine Temperaturdifferenz von 19° bei sorgfältigst verklebten Spalten und Fugen an Thür und Fenstern noch einen grössern Luftwechsel (54 Kubikmeter) verursacht, als das Oeffnen eines Fensterflügels bei einer Temperaturdifferenz von nur 4° (42 Kubikmeter). Ich hätte auch den zweiten Flügel noch aufmachen sollen.

Das flackernde Feuer und der Zug im Ofen haben nur eine Vermehrung von 20 Kubikmetern hervorgebracht, was nur $^{1}/_{3}$ der Ventilationsgrösse für einen einzigen Menschen ist. — Ich habe mehrere Zimmeröfen, die im Zimmer geheizt werden, auch mit dem Anemometer auf die Menge Luft untersucht, welche sie abführen, während das Feuer brennt. Man darf selbst zu dieser günstigen Zeit nicht mehr als 90 Kubikmeter Luft in der Stunde für einen Ofen rechnen.

Sie werden sich daraus die Lehre ziehen, dass man keinenfalls einen Krankensaal oder Schulsaal, in denen viele Menschen sind, und nur ein einziger Ofen, dadurch ventiliren kann, dass man den Ofen anstatt von Aussen, von Innen heizbar macht. Dieser kindliche Glaube entstammt noch der guten Zeit, in der man die Ventilation mehr qualitativ als quantitativ betrachtete. Man sieht Luft aus dem Zimmer in den Ofen ziehen, und denkt sich, das muss gut sein, das ist Ventilation, vergisst aber zu fragen, wie viel es ist und wie viel man braucht.

Umfang- und lehrreiche Untersuchungen über die freiwillige Ventilation der Viehställe unter verschiedenen Umständen veranlasste Professor Dr. Henneberg in Göttingen, welche von den Herren Dr. Schultze und Märker (8) im Interesse der Landwirthschaft angestellt wurden. Diese Untersuchungen haben Manches festgestellt, was nicht nur für die Wohnungen der Hausthiere, sondern auch der Menschen von Wichtigkeit ist. Die Bestimmungen, welche ich bloss auf die Ventilation eines Zimmers mit Ziegel- oder Backsteinwänden angewendet hatte, haben Märker und Schultze auf verschiedene andere Baumaterialien ausgedehnt. Sie untersuchten vergleichend die freiwillige Ventilation durch Mauern von Sandstein, Kalkbruchstein, Backstein, Kalktuffstein und getrockneten, aber nicht gebrannten Lehmstein.

Oberbaudirector von Pauli in München hat aus meinen früheren Versuchen berechnet, wie gross durch die ins Freie sehende Wandfläche meines 75 Kubikmeter haltenden Zimmers die Ventilation für 1 Quadratmeter und eine Stunde und 1 Grad Temperaturdifferenz sei. Er hat dafür 0·245 Kubikmeter oder 245 Liter Luft gefunden. Märker hat gefunden für einen Quadratmeter Wandfläche und 1° C. Temperaturdifferenz in einer Stunde:

bei Wänden von Sandstein	0·169	Kubikmeter Luft
„ „ „ Kalkbruchstein	0·232	„ „
„ „ „ Backstein	0·283	„ „
„ „ „ Kalktuffstein	0·364	„ „
„ „ „ Lehmstein	0·512	„ „

Am auffallendsten ist, dass 1 Quadratmeter Wandfläche aus getrocknetem Lehmsteine nahezu nochmal so viel Luft ventilirt, als 1 Quadratmeter Wandfläche aus gebranntem Lehm- oder Ziegelsteine. Man sieht, um wie viel dichter der Lehm durch Brennen wird. In einem ähnlichen Grade unterscheidet sich auch die Porosität der beiden Materialien; bei getrocknetem Lehm machen die Poren etwa 60, beim gebrannten Ziegelsteine etwa 25 Procent seines Volums aus.

Märker hat gefunden, dass die Hausthiere verhältnissmässig weniger Luftwechsel brauchen, als der Mensch. Die Stallluft darf bis zu 3 pro mille Kohlensäure enthalten. Während man für den Menschen in seiner Wohnung, soweit er sich beständig darin aufzuhalten hat, 60 Kubikmeter in der Stunde rechnen muss, genügen für ein Stück Grossvieh, z. B. eine Kuh, 30 Kubikmeter, obschon das Thier viel schwerer ist und viel mehr Luft verathmet, als der Mensch. Die Ventilation der Viehställe richtet sich ganz wesentlich nach der ins Freie sehenden Wandfläche und nach ihrer Porosität. Aus den Versuchen über die Ställe ergiebt sich, dass die 30 Kubikmeter, das Minimum für 1 Stück Grossvieh, durchschnittlich geliefert werden:

von	17·8	Quadratmetern	Sandsteinmauer
„	12·9	„	Bruchsteinmauer
„	10·6	„	Backsteinmauer
„	8·2	„	Kalktuffmauer
„	5·9	„	Lehmsteinmauer

Ein Stall mit Lehmsteinmauer kann also viel mehr Thiere beherbergen, als einer mit Sandsteinmauern bei gleichem Kubikraum.

„Da die Stärke der natürlichen Ventilation eines Stalles nicht von seinem Kubikinhalt, sondern von der Grösse seiner ventilirenden Wandfläche abhängig ist, so folgt daraus, dass in einem kleinern Stalle eine verhältnissmässig stärkere Ventilation stattfindet, als in einem grössern, da auf jedes Stück Vieh in einem kleinern Stalle bei gleichem Kubikraum mehr ventilirende Fläche kommt als in einem grösseren.“

Dieser Satz findet natürlich auch auf die menschlichen Wohnungen Anwendung. Die Luft wird besser sein in einem kleinen Familienhause, als in einer grossen Zinscaserne, besser in einem Zellengefängnisse, als in einem Gefängnisse mit gemeinsamer Haft, wo es so grosse, aber überfüllte Arbeits- und Schlafsäle gibt.

Ich käme nun zur Erörterung der Frage, was in allen jenen Fällen zu thun sei, in welchen die natürliche Ventilation der Wohnräume ungenügend ist, in welchen der Kohlensäuregehalt der Luft in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen über 1 pro mille steigt? Da hätte ich der Reihe nach die verschiedenen Ventilationssysteme und die einzelnen Vorrichtungen und Apparate zu besprechen, was ohne Modelle und Zeichnungen nicht leicht möglich ist. Jeder Zuhörer könnte zwar meinen Worten ganz gut folgen, hätte er aber nicht gleichzeitig die Zeichnungen und Modelle vor sich, auf welche die Worte sich beziehen, so würde ich in Vielem unverständlich bleiben, oder missverstanden werden. Derartige Specialdemonstrationen eignen sich wenig für populäre Vorträge vor einem grössern Zuhörerkreise. Und wenn ich es doch unternähme, so würde ich von jetzt an fast nur von technischen und constructiven Einzelheiten zu sprechen haben, ohne Ihnen viel principiell Neues mehr sagen zu können. Mit den fundamentalen Thatsachen und Bedingungen des Luftwechsels in unseren Wohnungen glaube ich Sie hinreichend bekannt gemacht zu haben, sogar so weit, dass Sie künftig beurtheilen können, ob ein Plan zur künstlichen Ventilation, wenn er Ihnen vorgelegt wird, ein rationeller ist oder nicht. Wir haben keine anderen Motoren für den Luftwechsel als Temperaturdifferenz und Windbewegung, die wir willkürlich entweder durch Wärme oder durch Bewegung von Windflügeln hervorrufen können, oder die wir so weit sie bereits in der das Haus umgebenden Atmosphäre vorhanden sind, benutzen müssen. Mit diesen beiden Mitteln kann man gewisse Gleichgewichtsstörungen der Luftsäulen, und damit gewisse Geschwindigkeiten der Luftbewegung hervorrufen. Kennt man noch den Querschnitt der Eingangs- und Ausgangsöffnungen, so braucht man nur dessen Fläche mit der Geschwindigkeit der Luft zu multipliciren und erhält dann die Kubikmenge Luft, welche in einer bestimmten Zeit durch solche Canäle strömt. Kennt man die im Ganzen geforderte Luftmenge, und dividirt man mit dem Querschnitt der Canäle, so erhält man die Geschwindigkeit der Luft in den Canälen. Man thut nicht gut, mehr als 3 Meter Geschwindigkeit anzuwenden, es ist dann vortheilhafter, den Querschnitt der Canäle zu vergrössern.

Diese Mengen vergleichen Sie nun mit dem Luftbedürfniss des Menschen, welches Sie kennen.

Wenn Sie die Frage der künstlichen Ventilation quantitativ erfassen, dann schützen Sie sich von vornherein vor einer Reihe von Irrthümern, in welche man sonst so leicht verfallen ist. Unsere gewöhnlichen Wohnhäuser brauchen keine künstliche Ventilation, diese sollen wir nie so überfüllen, dass die natürlichen Mittel der Ventilation, Temperaturdifferenz, Bewegung der Luft im Freien, trockene poröse Wände und zeitweise Nachhilfe durch Vergrösserung der Oeffnungen, d. h. durch Oeffnen der Fenster verbunden mit der grössten Reinlichkeit in allen Theilen des Hauses und Vermeidung jeder überflüssigen, vermeidlichen Verunreinigung der Luft des Hauses, zur Reinhaltung dieses unentbehrlichsten der Lebensbedürfnisse nicht mehr ausreichen.

Zum Schlusse möchte ich mich mit Ihnen noch über einen Ausdruck verständigen, welcher sehr allgemein gebraucht wird, und welcher bei den meisten Menschen Vorstellungen über Luftwechsel erzeugt hat, die mit dem, was ich Ihnen heute vorgetragen habe, vielfach in Widerspruch sind. Ich meine den Ausdruck: Zug, Zugluft. Welche Krankheiten leitet man nicht alle von Zug und Zugluft ab. Der eine hat einen Katarrh, oder ist heiser, und gibt als Ursache an, er sei in einen Zug gekommen; der andere hat Zahnweh oder geschwollenen Backen, und sagt auch, er sei in einen Zug gekommen, noch ein anderer hat einen Rheumatismus, und auch von der Zugluft, kurz, was bekommt man nicht alles, wenn man in eine Zugluft kommt. Von Jugend auf hören wir fast keine hygienische Regel so sehr oft, als sich vor Zug in Acht zu nehmen, der Zug ist einer der wenigen hygienischen Grundzüge, welche schon populär geworden sind, und leider ist dadurch gewiss mehr Schaden als Nutzen angerichtet worden, denn den meisten Menschen noch ist Ventilation gleichbedeutend mit Zugluft. Vom offenen Fenster, von der offenen Thür her zieht es, wir fürchten dadurch krank zu werden. Das bringt die meisten Menschen wieder in Collision mit der Ventilation.

Was soll man da denken? Ist es vielleicht gar nicht wahr, dass die Zugluft so viel Schaden an der Gesundheit anrichtet? Sagt man's vielleicht nur so, weil die Menschen den unwiderstehlichen Drang haben, für ein bestimmtes Uebel stets auch eine bestimmte Ursache anzugeben? Es mag in dieser Richtung allerdings auch viel auf die Zugluft gesündigt werden, aber es hiesse doch aller Erfahrung Hohn sprechen, wenn man die grosse und

häufige Schädlichkeit der Zugluft in Abrede stellen wollte. Man kommt sofort aus allen Collisionen wieder heraus, wenn man die Begriffe Ventilation und Zug jeden für sich richtig stellt. Ventilation ist der nöthige Luftwechsel in einem geschlossenen Raume bei einer Geschwindigkeit der Luftbewegung, welche uns noch als vollkommene Windstille erscheint, also nicht über einen halben Meter in der Secunde beträgt, welche Bewegung sich über unsern Körper ganz gleichmässig verbreitet und erstreckt. Was wir Zug heissen, ist nur eine einseitige Abkühlung des Körpers, oder einzelner Körpertheile, die zwar häufig durch einseitig bewegte kältere Luft hervorgerufen wird, wie durch beständiges Anblasen mit einem Löthrohre, die aber auch auf andere Weise, z. B. durch vermehrte einseitige Strahlung, erzeugt werden kann. Das Schädliche an der Zugluft ist nicht die Luft, sondern lediglich eine einseitige Störung in der Wärmeökonomie, eine Störung in unserm Wärmehaushalt, welche theils locale Folgen hat, theils aber und vorzüglich unsere Regulirapparate für den Wärmeabfluss, unsere vasamotorischen Nerven in Unordnung bringt, und hat mit der Luft als solcher und ihrer Bewegung eigentlich gar nichts zu thun. Wenn wir uns im Freien befinden, ist die Luft viel bewegter, als die Zugluft, wir sprechen da wohl von verschiedener Luft, von Wind u. s. w., aber selten von Zugluft, weil uns da der ganze Luftstrom ebenso, nur mit grösserer Geschwindigkeit, von allen Seiten gleichmässig umfliesst, wie in einem gut ventilirten Zimmer der windstille Strom.

Wodurch wirken nun so theilweise Entwärmungen des Körpers schädlich, namentlich wenn sie plötzlich eintreten? Zumeist wohl durch die Unordnung, welche sie in die vasamotorischen Nerven bringen, welche die Grösse des Kreislaufes in der Haut regieren. Diese Nerven sind unserer Willkür entrückt, wir können ihre Thätigkeit nicht nach Belieben auf gewisse Stellen unserer Haut beschränken, diese wird von äusseren Eindrücken, von sogenannten Reizen regiert, sie erzeugen unwillkürliche Reflexbewegungen. So weit dieser Apparat der Wärmeökonomie dient, ist er darauf angelegt und eingelernt, dass der Abfluss der Wärme nach fast allen Seiten hin gleichmässig erfolge. Wenn ich nun einen Theil, oder eine Seite meines Körpers mehr abkühle als die andere, so veranlasse ich durch diesen Reiz auf einer einzelnen Stelle meinen ganzen vasamotorischen Apparat in der Haut leicht zu einem Missverständniss, er meint, der Reiz sei über den ganzen Körper verbreitet, und er arbeitet in gewohntem Diensteifer nun

so, als wirke diese Abkühlung auf der ganzen Oberfläche, denn er versteht das für gewöhnlich nicht anders, und hat es nicht anders gelernt. Wenn ich in Schweiss gerathen bin, und den Hals, oder die Brust entblösse und an ein offenes Fenster trete, so schauerts mich nicht bloss auf Hals und Brust, sondern über den ganzen Körper, der Schweiss tritt nicht nur an der entblössten Stelle, sondern auf der ganzen Haut zurück: kurz, unser Apparat arbeitet, als wäre eine Veränderung nicht bloss am Einzelnen, sondern am Ganzen vor sich gegangen, und muss nun nothwendig jene Unordnung hervorbringen, welche die Grundlage so vieler Uebel ist. Warum solche Störungen um so schlimmere örtliche und allgemeine Folgen haben, je plötzlicher sie eintreten, hat sehr einfache Gründe, die nämlichen, warum es gar keine Gefahr hat, ein Glas vom Tisch ruhig auf den Boden zu stellen, aber es hinabzuwerfen, oder warum man vom obersten Stockwerke eines Hauses bis in den Keller ohne jede Gefahr auf der Treppe hinabgelangen kann, wenn man sich Zeit lässt, warum es aber ganz anders geht, wenn man die Treppe hinabstürzt. Das Blut, was im Augenblick noch in der turgescirenden Haut sich befindet, braucht seinen Platz. Wenn nun in Folge eines solchen Hautreizes sich sämmtliche Capillaren des ganzen peripheren Kreislaufes plötzlich contrahiren, so muss dieses Blut im nächsten Augenblicke nach anderen Organen gepresst werden. Bei so plötzlichem Wechsel hat es nicht Zeit, die regelrecht angelegten Treppen hinabzusteigen, sondern es wird seine Treppen hinabgeworfen, und wenn bei solchen Gelegenheiten etwas nachgiebt oder bricht, darf man sich nicht wundern. Dass dem einen der Zahn, dem andern der Kopf, wieder einem andern der Fuss weh thut, namentlich wenn diese Theile in Folge vorausgegangener Veränderungen schon bereits geschwächte Theile sind, darf ebenso wenig unser Staunen erregen. Das ist dieselbe Weise, auf welche auch ein sehr kalter Trunk bei sehr erhitztem Körper innerlich genommen ebenso schädlich sein kann, wie eine kalte Zugluft äusserlich. Der Zug ist also nur in so weit schädlich, als er Störungen in der Wärmeökonomie hervorruft, und da diese Störungen häufig auch auf andere Weise erfolgen, so verwechseln wir auch häufig allerlei andere Dinge mit wirklicher Zugluft.

Wie oft hört man: Ich mag an diesem Fenster, an dieser Wand nicht sitzen, oder liegen, es zieht immer ganz fein her davon, dass man ganz steif werden möchte. Man glaubt den Luftzug zu spüren, und doch ist es nicht der Zug der Luft, sondern nur der einseitig vermehrte Wärmeverlust, den man durch Strahlung an

die nahe kalte Wand erleidet, welcher die Empfindung des Zuges hervorruft. So eingewurzelt aber ist die Vorstellung, dass dieser Wärmeverlust, den man allerdings auch dadurch hervorrufen kann, dass man einen Körpertheil beständig anbläst, von Bewegung der Luft herrühre, dass die Leute lieber glauben, was ihnen sonst gar nicht gern einwill, dass die Luft durch die Wand blase. Die Geschwindigkeit, welche die Luft beim Durchgang durch eine Wand erlangt, ist viel zu gering, viel zu tief unter der Windstille noch, um als Bewegung wahrgenommen zu werden. Dass es nicht vom Durchgang der Luft durch die Wand kommt, sieht man am deutlichsten, wenn man eine solche Wand, von der es so herzieht, mit einem dicken Wollenteppich belegt. Da hört der Zug auf, d. h. der empfindliche einseitige Wärmeverlust durch Strahlung, obschon der Teppich tausendmal mehr Luft durchlässt, als die Wand.

Ich hoffe, dass Ihnen Ventilation und Zugluft künftig nicht mehr als eines und dasselbe erscheinen. In meiner nächsten und letzten Vorlesung werde ich von der Luft im Boden handeln.

DRITTE VORLESUNG.

ÜBER DIE

LUFT IM BODEN

ODER

GRUNDLUFT.

Wenn ich in den beiden vorausgehenden Vorträgen bemüht war, Sie auf das Eindringen der Luft in unsere Kleider und in unsere Wohnungen aufmerksam zu machen, so schenken Sie mir heute zum Schluss auch noch Ihre Aufmerksamkeit für die Luft im Boden und für ihren Zusammenhang und ihren Verkehr mit der Luft, die über dem Boden ist. Die Luft im Boden ist unseren gewöhnlichen Vorstellungen bisher ziemlich fremd geblieben, der allgemeine Sprachgebrauch deutet schon einen bestimmten Gegensatz zwischen Luft und Boden an, ähnlich wie zwischen Luft und Wasser. Wir sagen, wo der Boden aufhört, da fängt die Luft an. Der gewöhnliche Menschenverstand lässt sich's auch schwer ausreden, dass die Luft da nicht aufhöre und ihre Grenze habe, wo man mit den Füssen fest auf der Erde steht und umherwandelt. Die meisten Menschen betrachten noch heutzutage den Boden wie die Erde, als ein ganzes Element für sich, im Gegensatze zu Wasser und Luft, gleichfalls Elementen für sich. Die Hauptunterscheidungsmerkmale sind ihnen noch heut zu Tage, dass man auf der Erde stehen, gehen und sicher liegen kann, während man im Wasser untersinkt und in der Luft herabfällt, wenn man nicht schwimmen oder fliegen kann. — Wenn wir mit Bezug auf unsere Erdoberfläche sagen, da hört der Boden auf, und da fängt die Luft an, so ist genau und naturwissenschaftlich genommen nur der erste Satz wahr: da hört der Boden auf, aber selten auch der zweite: da fängt die Luft an. Die Luft fängt in der Regel schon viel tiefer unter der Oberfläche des Bodens an. Richtig gesagt wäre: da hört der Boden auf, der meist eine Mischung von Erde, Luft und Wasser ist, und von da an setzt sich die Luft allein fort. Wir dürfen uns nicht wundern, dass man der Luft im Boden so lange keine besondere Beachtung

geschenkt hat, ihre Gegenwart im Boden macht auf keinen unserer Sinne ja einen directen Eindruck, wir erschliessen ihre Gegenwart viel mehr nur aus anderen Erfahrungen und daraus abgeleiteten Folgerungen. Hat man doch die freie Luft überhaupt länger als etwas Substanzloses, rein Geistiges betrachtet, trotzdem dass ihre Bewegung schon von jeher manchmal so heftig war, dass sie selbst Bäume entwurzelte; um so weniger darf es uns Wunder nehmen, wenn die Luft im Boden unbeachtet blieb, welche uns nicht einmal den Hut vom Kopfe zu wehen vermag.

Wir begegnen hier wieder der Thatsache, auf die wir schon bei Betrachtung der Kleidung und des Hauses so vielfach gestossen sind, dass zunächst nur dasjenige Vorstellungen in uns hervorruft, was directe sinnliche Eindrücke macht. Dass das Wasser in den Boden eindringt, und sich in ihm nach den hydrostatischen oder Wasserbewegungsgesetzen weiter fortbewegt, daran denkt jeder Mensch, jeden Augenblick, denn wir sehen es ja hineinlaufen, versitzen, sich ansammeln, stellenweise wieder auslaufen in der Form von Quellen, wir können es aus Brunnen mit Pumpen oder Schöpfeimern an die Oberfläche heben, — dass aber die ganze Erdoberfläche, soweit sie porös ist, und die Poren nicht ganz mit Wasser erfüllt sind, auch lufthaltig ist, und dass auch die Luft im Boden den aërostatischen oder Luftbewegungs-Gesetzen unterworfen ist, — das haben sich bisher nur Wenige klar gemacht. Und warum nicht? Man spürt nichts von der Luft im Boden, die Luft im Boden ist auch immer windstill, hat keine besondere Farbe, keinen Geruch und Geschmack, kurz sie erscheint uns, wie nichts. Ich habe Ihnen bereits gezeigt, welch gewaltigen Irrthum man begeht, wenn man die windstille Luft für bewegungslos hält. Eine Luft, die wir mit unseren unbewaffneten Sinnen für windstill erklären, kann in einer Stunde noch einen Weg von mehr als tausend Metern machen, aber wenn sie auch nur wie eine Schnecke kriechen würde, so würde sie im Tage doch aus ziemlichen Tiefen bis an die Oberfläche gelangen. Und das ist's, was die wenigsten Menschen noch glauben wollen.

Vielleicht gelingt es mir, Ihnen vom Luftwechsel im Boden noch einen viel grösseren Begriff beizubringen, als vom Luftwechsel in der Wand. Um für die Luft im Boden einen Maassstab, eine richtige Vorstellung zu bekommen, muss man zunächst wissen, wie viel Luft darin ist, der wievielte Theil von verschiedenen Bodenarten Luft ist, oder zum wievielten Theil der Boden aus Luft besteht. Nehmen wir zunächst Geröllboden, Kiesboden, oder Sandboden, auf welchen Bodenarten in vielen Orten die schwersten und höchsten

Gebäude ebenso sicher, wie auf Felsen stehen. Ich habe hier eine Flasche, welche bis zu einem Strich im Halse genau 1000 Kubikcentimeter oder 1 Liter fasst. Die Flasche ist bis zu diesem Striche mit Kies gefüllt und so lange geschüttelt und aufgeklopft worden, bis der Kies sein Volumen nicht mehr verringerte, bis also das entstanden war, was die Bauleute einen sicheren Grund, sogenannten gewachsenen Boden heissen. Sie alle wissen bereits, dass ein solcher Boden porös ist, dass die Poren, soweit der Boden trocken ist, mit Luft erfüllt sind, — aber die wenigsten von Ihnen werden wissen, bis zum wievielsten Grade. Wir wollen daher diesen Grad der Porosität sogleich bestimmen. Ich habe in diesem graduirten Cylinder 1 Liter Wasser. Ich giesse davon in die mit Kies gefüllte Flasche so lange, bis das Wasser so hoch steht, wie die Kiesschicht, also auch den Strich am Halse erreicht. Nun lese ich ab, wie viel Wasser ich dazu gebraucht habe, und weiss nun, wie viel Kubikcentimeter Luft ich dadurch aus den Poren des Kieses mit Wasser verdrängt habe.

Die Menge ist gross, ich habe dazu mehr als 350 Kubikcentimeter Wasser, d. h. mehr als 35 Procent des Volumens vom Kiese gebraucht. Wenn wir also auf einen solchen Grund ein Haus bauen, so ruht sein Gewicht allerdings nur auf dem Kiese, der Bau wird nur vom Kiese getragen und nicht von der Luft, aber dieser Grund besteht dennoch nichtsdestoweniger, so weit er trocken ist, zum mehr als dritten Theile aus Luft. Wir bauen auf Kies ebenso in die Luft, wie wir auf einen Pfahlrost, auf Holzpfähle, die wir ins Wasser, in einen wasserhaltigen Boden treiben und unter Wasser abschneiden, ins Wasser bauen. Wir wissen recht gut, dass ein Haus, was auf einem Pfahlrost steht, mit seinem Fuss beständig im Wasser steht, dass sich das Wasser an den Wänden sogar in die über der Wasserschicht befindliche Luftschicht aufzieht, dass das Wasser des Grundes etwas mit dem Hause zu thun hat; aber wir bleiben uns nicht consequent, wenn wir verneinen, dass der Fuss eines Hauses, das auf trocknem Kies steht, ebenso auch in Luft stehe, und wenn wir behaupten, dass die Luft im Grunde mit dem Hause einen weniger innigen Zusammenhang und schwierigeren Verkehr habe, als das Wasser im Grunde. Der einzige Rechtstitel, unter dem wir die Luft im Grunde bisher ignorirt haben, ist unsere Unwissenheit, deren einzige Entschuldigung wieder nur darin liegt, dass die Luft und ihre Bewegung im Boden auf keinen unserer Sinne einen directen Eindruck macht.

Was ich Ihnen hier vom Kiese gezeigt habe, das lässt sich vom Sande, vom Thone, und auch von manchen zusammenhängenden

Gesteinen, die wir Felsen nennen, zeigen. Diese Röhre *A*, welche unten und oben offen ist, fasst bis zu diesem Striche von unten nach oben 100 Kubikcentimeter, und ist mit eisenschüssigem Quarzsand bis zum Striche gefüllt. Lasse ich nun aus dieser graduirten Röhre *B*, die mit Wasser gefüllt ist, und die ich mittels dieser gleichfalls mit Wasser gefüllten Kautschukröhre mit der Röhre *A* verbinde, Wasser in die letztere von unten nach oben fliessen, bis das Niveau des Wassers so hoch steht, wie der Sand in der Röhre, so brauche ich auch dazu mehr als 30 Kubikcentimeter Wasser, welches mir ein Maass dafür ist, wie viel Luft in den Poren des Sandes war. —

Der meiste Sandstein ist nicht viel weniger porös, als der lose Sand. Von dem Felsen von Malta hat Leith Adams schon vor längerer Zeit nachgewiesen (9), dass er durchschnittlich ein Drittel seines Volums Wasser ansaugen könne, also im trocknen Zustande auch zum dritten Theil aus Luft bestehe, obschon die schroffen Ufer und Abhänge der merkwürdigen Insel landschaftlich denselben Eindruck machen, als wenn sie vom Granit der Schweizer Alpen gebildet wären. Sie sehen hier ein Stück dieses Malteser Felsens, wie er dort vielfach zum Bauen verwendet und auch viel nach Italien exportirt wird. In Rom selbst noch sind die Estriche, die steinernen Zimmerböden, nicht selten aus diesem Malteser Stein gemacht, der sich leichter als Holz mit der Säge schneiden lässt. Der Malteser Felsen ist nicht weniger porös, als der Berliner Sand, der Unterschied besteht nicht in verschiedener Durchlässigkeit für Luft und Wasser, sondern nur darin, dass die Berliner Sandkörnchen nicht den Zusammenhang haben, nicht so mit einem festen Bindemittel aneinander gekittet sind, wie die Körnchen des Malteser Sandsteins. Bezüglich ihrer Porosität sind sie aber ebenso gleich, als wie gefrorener Boden und nicht gefrorener Boden.

In der englischen Marine macht man von einer grobkörnigen Sorte des Malteser Steines schon seit Langem einen Gebrauch, welcher dessen grosse Porosität ins hellste Licht setzt. Alle Ihrer Majestät Schiffe haben zur Reinigung und Klärung von Trinkwasser kesselförmig ausgehauene Steinblöcke an Bord (*Maltese Filterstones*), von denen ich Ihnen hier ein Modell aus ächtem Material zeige. — Dieser Stein filtrirt besser und schneller als manches Filtrirpapier. Gegenwärtig ist er trocken, seine Poren also ganz mit Luft gefüllt. Ehe er Wasser zu filtriren anfängt, muss das Wasser die Luft verdrängen. Wie viel Luft in diesem Steine steckt, werden Sie nach der Menge Wasser bemessen können, die er verschluckt. Ich fülle ihn jetzt mit einer gemessenen Menge Wasser.

Wenn man seinen Kessel im durchfeuchteten Zustande mit Wasser füllt, so fasst er 170 Kubikcentimeter. Wenn man jetzt das Wasser, sobald der erste Tropfen durchgeht, in den Messcylinder zurückgiesst, so erfährt man, wie viel Wasser der Stein geschluckt hat. — Von den 170 Cubikcentimetern, welche sein Kessel fasst, schluckt er 80 Cubikcentimeter, d. i. 47 Procent seines Inhaltes.

Wenn ein Boden in seinen Poren theilweise von Luft und theilweise von Wasser erfüllt ist, nennt man ihn feucht. Auch der feuchte Boden ist für Luft immer noch durchgängig, erst wenn sich die Poren ganz mit Wasser schliessen, hört der Durchgang der Luft gänzlich auf, wie wir auch schon beim Mörtel des Hauses gesehen haben. Beim porösen Boden heisst jener Grad von Feuchtigkeit, bei dem sich die Poren vollständig mit Wasser füllen, und alle Luft ausgetrieben ist, Grundwasser. Der poröse Boden kann also erst an der Grenzlinie des Grundwassers für Luft impermeabel werden. So lange das Wasser die Poren nur theilweise erfüllt, bleibt immer noch Weg auch für die Luft.

Das Wasser nimmt bekanntlich bei einer Temperatur, welche unter 0° C. liegt, feste Form an, wird hart und zu Eis, während es darüber bis zu seinem Siedepunkte flüssig bleibt. Mit dem Gefrieren ändert das Wasser seine Cohärenz in einem sehr beträchtlichen Grade, aber sein Volumen nur um einige Procente. 100 Volumtheile Wasser von grösster Dichtigkeit geben etwa 106 Volumtheile Eis. Wenn nun ein Boden gefriert, und es kann nur einer gefrieren, der eine gewisse Menge Wasser enthält und daher feucht ist, so werden die Oberflächen seiner festen Theilchen nicht mehr von einem flüssigen, sondern von einem festen Körper überzogen und stellenweise verbunden. Durch das feste Eis gewinnt der feuchte Boden einen Zusammenhang, den ihm das flüssige Wasser nicht verleihen kann. Der gefrorene Boden kann nicht mehr mit Spaten oder Schaufel bearbeitet werden, er ist felsenhart geworden durch das festgewordene Bindemittel, das Eis, wie der Sand im Sandsteine durch sein mineralisches Bindemittel, — der gefrorene Boden muss nun allerdings wie Felsen bearbeitet werden, — aber es ist thöricht, anzunehmen, dass mit dem Gefrieren auch eine Undurchdringlichkeit für Luft eintrete. Der gefrorene Boden ist nur für unsere Spaten und Schaufeln impermeabel geworden, jedoch nicht für Gase. Diese können durch, wie zuvor.

Die Poren des Bodens, welche das Wasser offen oder frei gelassen hat, so lange es flüssig war, können auch nicht wesentlich enger werden, wenn es fest oder zu Eis wird. Die Impermeabilität

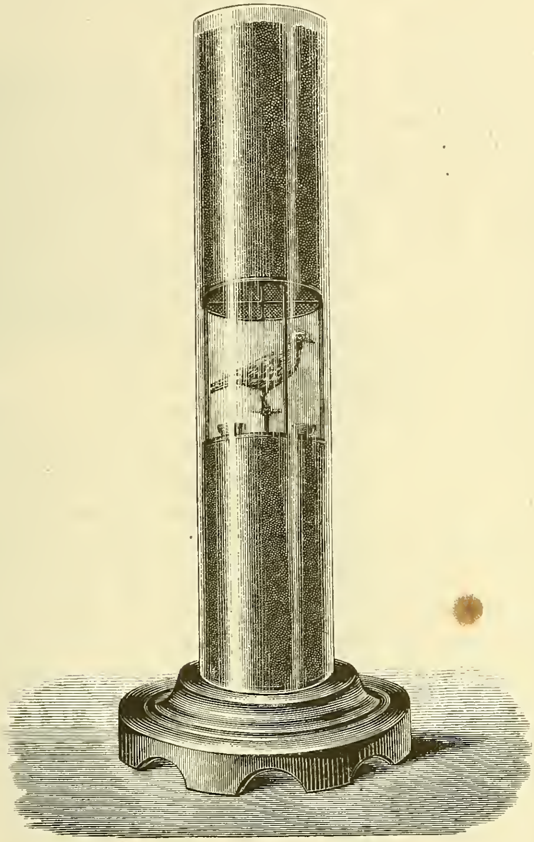
für Luft behauptet man daher beim gefrorenen Boden von St. Petersburg mit ebenso geringem Rechte, als beim Felsen von Malta. Ueber diesen Gegenstand sind bisher ganz allgemein die verkehrtesten Ansichten verbreitet gewesen, nicht nur bei gewöhnlichen Leuten, sondern ebenso auch bei solchen, die sich in anderen Gebieten des Wissens höchlich ausgezeichnet haben.

Nachdem ich Ihnen ein Bild von der Grösse des Luftgehaltes des porösen Bodens gegeben habe, liegt es mir ob, Ihnen auch noch eine richtige Vorstellung von der Beweglichkeit dieser Luft im Boden, von ihrem Wechsel zu geben. Da uns directe sinnliche Wahrnehmungen hier so sehr in Stiche lassen, so muss man auf Umwegen zum Ziele trachten.

Es giebt Vieles, was wir erst deutlich wahrnehmen, wenn wir es nicht mehr haben, wenn es uns abgeht. Der Fisch achtet das Wasser wahrscheinlich ebenso wenig, wie wir die Luft, bis er einmal auf dem Lande in der Luft liegt, da merkt er erst, was ihm abgeht. So halten die in der Luft lebenden Geschöpfe den Sauerstoffgehalt derselben für etwas ganz Selbstverständliches, aber wenn man sie in eine sauerstofffreie oder daran zu arme Luft, oder in eine zu kohlensäurereiche bringt, da geht es ihnen, und da geberden sie sich, wie der Fisch in der Luft auf dem Trocknen. Es giebt Thiere, welche in der Luft leben, und sehr wenig, andere, welche sehr viel Sauerstoff bedürfen. Verhältnissmässig brauchen die Vögel wenn nicht am meisten, doch sehr viel Luft zum Leben. Ein Kanarienvogel verzehrt in der Stunde etwa 20 Kubikcentimeter Sauerstoff aus der Luft. In einem Liter Luft sind etwa 200 Kubikcentimeter Sauerstoff, welche in 10 Stunden vollständig aufgezehrt sein würden. Der Vogel stirbt aber schon viel früher, denn schon ehe der Sauerstoffgehalt zur Hälfte verzehrt ist, beginnt eine Athemnoth, welcher die Thiere nicht lange widerstehen. Sie sehen in diesem Glascylinder einen solchen Vogel seit heute Vormittag, seit 10 Stunden, in Kies verschüttet. Der Cylinder ist unten und oben mit einer Kiesschicht verschlossen, die Kiesschicht ruht auf einem Drahtnetz. Dann folgt der freie Raum, welcher den Käfig des Vogels darstellt, und etwa 1 Liter betragen mag, dann folgt die obere Kiesschicht, welche wieder auf einem Drahtnetz liegt und den Cylinder ebenso nach oben hin abschliesst, wie die untere nach unten. Sie sehen hier einen Vogel in ähnlicher Weise verschüttet, wie oft Menschen verschüttet werden beim Brunnengraben oder anderen Schachtbauten, wenn diese einstürzen, oder wie einstürzende Häuser

Menschen verschütten. Wenn die Menschen bei solchen Unglücksfällen nicht todtgeschlagen oder erdrückt werden, an Luftmangel

Fig. 3.



sterben sie wohl nie, wenn es auch oft mehrere Tage lang hergeht, bis sie ausgegraben werden. Ein Mensch verzehrt nicht wie ein Kanarienvogel Luft, sondern viel mehr, man darf den stündlichen Sauerstoffverbrauch eines erwachsenen Menschen durchschnittlich auf ebenso viele Liter als den eines Kanarienvogels auf Kubikcentimeter schätzen, also tausendmal höher, und doch haben erst vor einigen Jahren in Sachsen zwei in einem Brunnenschacht verschüttete Menschen 10 Tage lang ausgehalten, bis sie ausgegraben werden konnten, und sie kamen verhältnissmässig gesund wieder ans Tageslicht. Wenn es nicht so wäre, wäre der Welt durch den

Einsturz eines Hauses in München einmal schon ein grosser Mann vorenthalten worden. Dort stürzte am 21. Juli 1801 im Thiereckgässchen das Haus eines Glasermeisters zusammen, und begrub mehrere Einwohner. An einer Stelle glaubte man zeitweise deutlich rufen und schreien zu hören. Die Rettungsarbeiten concentrirten sich in der Richtung, von welcher noch ein Lebenszeichen kam. Als man näher rückte, glaubte man deutlich ein weibliches Organ, die Stimme der Hausfrau zu vernehmen. Als man aber alles weggeräumt hatte, und den Schatz heben konnte, war es nicht die stattliche Hausfrau, die leider erschlagen worden war, sondern der unansehnliche, schwächliche Lehrling, der allerdings auch eine sehr feine Stimme hatte. Dieses Wunderkind, welches statt seiner Meisterin wieder ans Licht gebracht wurde, war Niemand Anderer, als der spätere grosse Optiker und Physiker Joseph v. Frauenhofer.

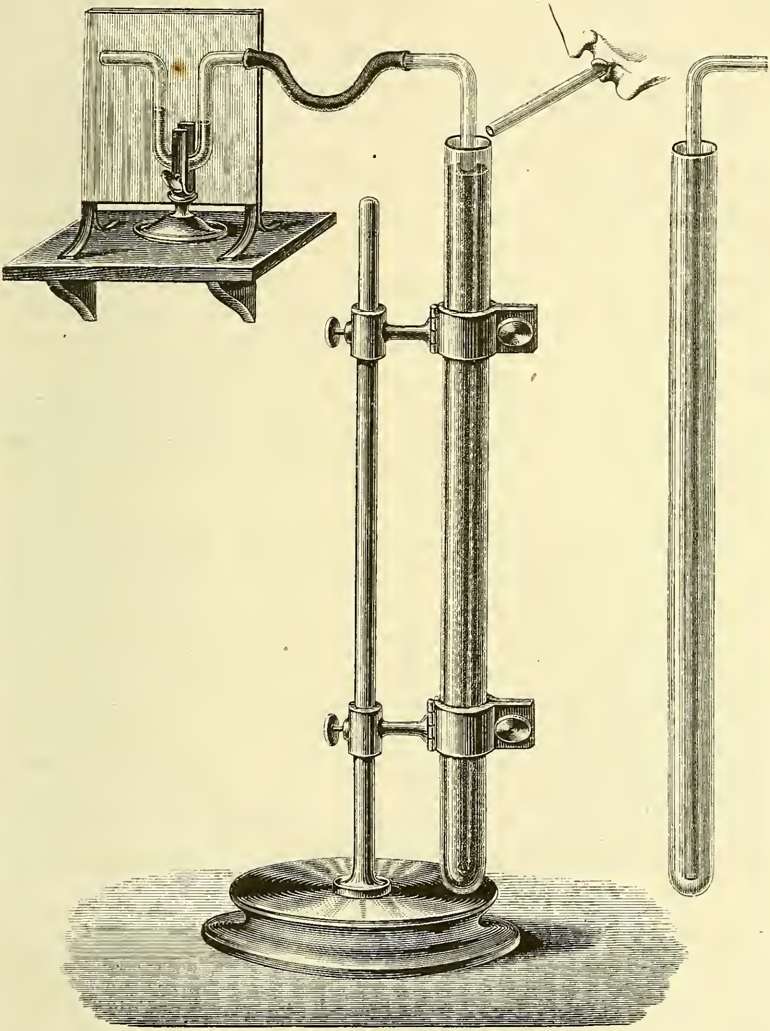
Und so hoffen wir auch diesen Vogel morgen wieder lebendig in seinen gewöhnlichen Käfig zurückzuliefern.

Aus diesem Experimente werden Sie wohl auf die Bewegung der Luft durch den Kies einen Schluss ziehen, Sie werden schliessen, wenn da nicht immer frische Luft hineinginge, so wäre der Vogel schon längst todt, — aber Ihre Sinne haben noch immer nichts von dieser Luftbewegung wahrgenommen, und um ganz fest zu glauben an eine Wirklichkeit, überzeugt nichts so schnell, als wenn man auf irgend eine Art etwas hört, oder sieht oder fühlt. Mit Hilfe einer kleinen Vorrichtung kann ich Ihnen den Durchgang der Luft durch eine viel grössere Kiesschicht, als die ist, zwischen welcher der Vogel eingeschlossen ist, sehen lassen. Sie sollen die Luft sich durch Kies bewegen sehen.

Sie sehen diesen hohen röhrenförmigen Glascylinder mit demselben Kies gefüllt, den man in der Nähe der Elbe ausgräbt. Vor dem Einfüllen wurde die engere Glasröhre hineingestellt, die vom Boden des Cylinders heraufreicht, und unten und oben offen ist. Diese Glasröhre ist nun mittels eines langen Kautschukrohres mit dem dort stehenden Manometer verbunden, der mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt ist, welche Sie auf dem weissen Hintergrunde deutlich werden schwanken sehen, wenn ich nur mit meinem Munde auf die Oberfläche des Kieses blase, etwa so, wie ein sanfter Wind im Freien über den Boden zieht. — Sie sehen, augenblicklich, sobald ich blase, schwankt die Flüssigkeit im Manometer. Die Bewegung des Windes wirkt zunächst auf die Kiesoberfläche im Cylinder, muss sich bis zum Boden des Cylinders hinab durch den Kies erst fortpflanzen, um unten in die Röhre eintreten, durch

diese hinauf in den Schlauch, und durch diesen nach dem Manometer gelangen, und dort auf die Flüssigkeitssäule drücken zu können, und sie in Bewegung zu setzen.

Fig. 4.



Mit einem Differentialmanometer lässt sich die Bewegung noch in einem vergrösserten Maassstabe zeigen.

Warum bewegt sich die Flüssigkeit im Manometer? Weil die

Luft durch die Kiesschicht hindurch auf die Oberfläche des einen Schenkels der Flüssigkeit, welcher dem Winde zugekehrt ist, mehr drückt, als auf die Oberfläche des anderen Schenkels. Würde die Manometerröhre leer sein, d. h. würde sie anstatt Wasser Luft enthalten, so würde die Luft von der Oberfläche des mit Kies gefüllten Cylinders auf den Grund desselben gehen, und zuletzt durch die Manometerröhre ausfliessen. Sie können diesen Ausfluss der Luft sehen, wenn ich anstatt der Manometerröhre eine gerade Röhre mit dem Kautschukschlauch verbinde, und diese horizontal unmittelbar auf eine Kerzenflamme richte. Die Flamme wird durch den Wind, welcher zuerst durch die Kiesschicht, dann durch die erste Glasröhre, den Kautschukschlauch und zuletzt durch die zweite Glasröhre hindurch gehen muss, noch deutlich von ihrer senkrechten Richtung abgelenkt, vielleicht sogar ausgeblasen werden. Die Bewegung des Windes wird durch diese zahlreichen Hindernisse und auf die grosse Entfernung hin stark abgeschwächt, ist aber trotzdem immer noch viel lebhafter, als der Windstille entspricht.

Auf diese Art glaube ich die Bewegung der Luft durch poröse Bodenschichten hindurch nicht nur aus anderen Thatsachen folgerichtig abgeleitet, sondern Allen auch sinnlich wahrnehmbar gemacht zu haben.

Wenn die Luft im Boden durch Windstösse auf der Oberfläche in Bewegung gesetzt wird, so ist selbstverständlich, dass sie auch durch Temperaturdifferenzen und durch Diffusion, überhaupt durch Alles, was zu Bewegung von Gasen sonst Veranlassung gibt, in Bewegung gesetzt wird. So lange die Luft im Boden anders temperirt oder anders zusammengesetzt ist, als die darüber stehende freie Atmosphäre, so lange muss Austausch und Bewegung erfolgen. Ich glaube, dass Sie dafür keine weiteren Beweise von mir mehr verlangen werden. Ich will Sie nur noch auf einige längst bekannte Thatsachen aufmerksam machen, welche mit dem Luftwechsel des Bodens aufs Innigste zusammenhängen, und unerklärlich sind, wenn man diesen nicht kennt, oder nicht richtig beurtheilt.

Alle christlichen Völker bestatten ihre Todten durch Begraben in der Erde, um der Erde zurückzugeben, was von ihr genommen ist. Nun gibt es Begräbnissplätze, in welchen eine Leiche binnen 6 bis 7 Jahren vollständig verwest, und andere, in welchen sie 25 bis 30 Jahre braucht. Nach der Zeit der Verwesung richtet sich der Begräbnissturnus, das ist der Zeitpunkt, wann ein Grab wieder geöffnet und wieder benutzt werden darf, und da kann es kommen, dass zwei Ortschaften ganz gleiche Einwohnerzahl und ganz gleiche Sterblichkeit

haben, und doch müssen ihre Begräbnissplätze sehr ungleich gross sein; derselbe Zweck, wofür in einem Orte eine Hektare Land ausreicht, erfordert in einem anderen 4 und 5 Hektaren. Es haben zwar auf die Verwesung noch mehrere Umstände Einfluss, aber ein Haupteinfluss ist die Grösse und Leichtigkeit des Luftwechsels im Boden. Die Geröll- und Sandböden arbeiten viel schneller, als Mergel- und Lehmböden. — Sehr schlagende Erfahrungen hat man da im vorigen Jahre auf den französischen Schlachtfeldern namentlich bei Sedan gemacht, wo ein belgischer Chemiker, Louis Creteur (10), im Auftrage seiner Regierung die dort befindlichen Massengräber zu desinficiren hatte. Die Leichen der Gefallenen lagen bald in Kalkboden, bald in Quarzboden, bald in Geröll, bald in Sand, bald in Schiefer-, Mergel- oder Lehmboden, die traurige Arbeit dauerte vom 10. März bis 29 Mai. So oft man ein Grab im Geröllboden öffnete, war die Verwesung schon weit fortgeschritten, im Lehmboden waren die Leichen stets noch auffallend conservirt, so dass alle Gesichtszüge noch zu erkennen waren. Ende Mai 1871 wurde die Leiche des preussischen Hauptmanns v. Twardowsky, welche auf der Höhe von Lamoncelle nur in ein Leintuch gewickelt in Thonboden begraben worden war, auf Befehl des Majors Ritgen wieder ausgegraben, und sie war so wenig verändert, dass der bei der Ausgrabung gegenwärtige Bruder des Gefallenen sich noch von der Identität der Person überzeugen und die Verwundungen constatiren konnte, welche sein Bruder erlitten hatte.

Da die Processe der Fäulniss und Verwesung wesentlich mit der Thätigkeit gewisser niedriger Organismen zusammenhängen, welche sich über die Leichen hermachen, so geht aus diesen Thatsachen klar hervor, dass diese Wesen in verschiedenen Bodenarten in sehr verschiedener Menge vorhanden sein und leben müssen. Wechselnder Wasser- und Luftgehalt des Bodens scheinen darauf grossen Einfluss zu haben; je mehr Luft im Boden, desto reichlicher scheint auch das unterirdische Leben zu sein.

Merkwürdige Belege für die Permeabilität des Baugrundes und der Grundmauern unserer Häuser geben auch die Ausströmungen geborstener Gasleitungen in den Strassen, welche schon hier und da Menschen in den nächstliegenden Häusern im Schlafe getödtet haben, obschon in den betreffenden Häusern selbst nicht die Spur einer Gasleitung vorhanden war, aus der etwas ausströmen konnte. Ich kenne Fälle, wo auf diese Weise während einer Nacht oft zwei und drei, selbst fünf Personen im Erdgeschoss mit Leucht-

gas, das mitten in der Strasse oft mehr als 20 Fuss von der Umfassungsmauer entfernt ausströmte, vergiftet wurden und nicht mehr zum Leben gebracht werden konnten. Das Gas muss in diesen Fällen, um die Menschen in ihren Schlafzimmern zu tödten, durch den Strassenkörper, durch die Grundmauer des Hauses, durch die Kellergewölbe und zuletzt durch die Zimmerböden hindurch. Es hat einen langen Weg zu machen, bis es seine Opfer erreicht, den es aber doch stets in sehr kurzer Zeit zurückzulegen vermag.

Diese Art Unglücksfälle ereignen sich meines Wissens nur im Winter, mir sind wohl Unglücksfälle mit Gas auch im Sommer bekannt, aber nur, wenn im Hause selbst Gasbeleuchtung war, und die Undichtigkeit an der Leitung im Hause selbst sich fand. Solche Fälle, in denen das Gas von der Strasse allein ins Haus kommen konnte, ist mir kein einziger aus den Monaten bekannt, in denen die Wohnzimmer nicht mehr geheizt werden. Meine Erfahrung stimmt auch mit der Anderer überein. Die Thatsache nun, dass diese Unglücksfälle wesentlich nur im Winter vorkommen, hat zu einer falschen Erklärung Veranlassung gegeben, wie das Gas von der Strasse ins Haus kommt. Man sagt, im Winter lässt der gefrorene Boden das Gas nicht nach oben entweichen, darum presst sich's in die Häuser hinein. Ich habe Ihnen bereits meine Gründe mitgetheilt, weshalb ich den gefrorenen Boden nicht für luftdichter halten kann, als den nicht gefrorenen. Die ganze Vorstellung von der vermehrten Dichtigkeit des gefrorenen Bodens gegenüber dem ungefrorenen beruht auf einer falschen Hypothese, auf keinem einzigen Experimente, die Experimente beweisen alle nur das Gegentheil von dieser Hypothese, während meine Erklärung mit Beobachtung und Experiment übereinstimmt.

Ich erkläre mir das Eindringen des Leuchtgases durch die Strasse hindurch ins Haus vorwaltend oder ausschliesslich zur Winterszeit aus dem Zuge, welchen das Haus in der Grundluft, in der es mit seinem Fusse steht, dadurch verursacht, dass es im Innern wärmer ist, als die äussere Luft, so dass es wie ein geheizter Kamin auf seine ganze Umgebung wirkt. Unter diesen Umständen saugt, wie wir uns gewöhnlich ausdrücken, das Haus von allen Seiten Luft an. Das ist natürlich kein Saugen im Sinne der Mechaniker, so wenig als ein Kamin saugt, denn ein senkrechter Canal, der stets sein gleiches Volumen beibehält und unten und oben frei mündet, kann nicht saugen; zum Begriff des Saugens gehört die Vergrösserung eines Hohlraumes ganz wesentlich dazu, wie etwa bei einem Blasbalge, oder unserm Brustkasten, oder einer Pumpe

mit beweglichem Kolben, und wenn das Angesaugte — es mag nun Luft oder Wasser sein — nicht in dem vergrösserten Hohlraume ruhig bleiben, sondern durch die Verkleinerung dieses Hohlraumes wieder hinausgeschafft werden, und dabei nicht den nämlichen Weg hinausnehmen soll, den es hereingenommen hat, so gehört auch noch eine Klappe oder ein Ventil dazu. Die Luft, welche durch einen gewärmten Kamin beständig strömt, wird nicht vom Kamin angesaugt, sondern von der den Kamin umgebenden kälteren Luft durch- und emporgedrückt. Der Kamin wirkt nicht ohne Feuer oder Wärme, und die Wärme ist nur ein Mittel, das Gleichgewicht der Luftsäulen innerhalb und ausserhalb des Kamines zu stören oder aufzuheben. Die warme Luft innerhalb ist leichter, als die kalte Luft ausserhalb, die warme Luft muss nach aussen und oben ausweichen, ganz aus demselben Grunde, warum Oel im Wasser emporgedrückt wird. Die Luft, die erwärmt durch den Kamin ins Freie strömen soll, muss erst von aussen nach dem Kamine gelangen, und sie gelangt dahin, weil die Luft im Kamine so lange ausweicht, als sie wärmer und leichter ist, als die mit ihr in ununterbrochenem Zusammenhang stehende umgebende äussere Luft. Sperre ich den Zugang zum Kamine aus dem Freien luftdicht ab, so hört damit auch der Zug im Kamine auf. Die Ausdrucksweise, dass Kamine saugen, hat viel verkehrte Vorstellungen schon hervorgerufen, die den technischen Fortschritt sowohl in Heizung, als auch in Ventilation nicht gefördert haben. Der Kamin verhält sich ganz passiv bei der Bewegung der Luft, die Kraft liegt in der Wärme, welche zuerst die Luft im Kamine ausdehnen muss, um der äusseren kälteren Luft das Uebergewicht zu verschaffen, damit diese drücken kann, damit diese ein Uebergewicht erhält.

Auf diese Art ventiliren sich unsere geheizten Häuser im Winter, wo wir Fenster und Thüren gut geschlossen halten, nicht nur durch die Mauern, sondern auch durch den Grund, den Boden des Hauses hindurch. Ist in der umgebenden Grundluft Leuchtgas oder ein anderer penetrant riechender Stoff, so wird dieses natürlich auch mitgenommen.

Ich habe in München einen interessanten Fall erlebt, welcher sehr deutlich zeigt, dass die Luft aus dem Boden Gasgeruch ins Haus bringen kann, ohne dass auf der Strasse auch nur eine Spur Gas ausströmt. In einem Palais zu ebener Erde wurde in einem gewöhnlich stark geheizten kleinen Zimmer deutlich Gasgeruch wahrgenommen. Das Palais selbst war nicht mit Gas beleuchtet,

doch ging eine Gasleitung von der Strasse durch die Einfahrt nach dem Hofe und nach den Ställen. Man suchte überall und fand nirgend die geringste Undichtigkeit. Als der Gasgeruch im Zimmer zu ebener Erde immer fortdauerte, liess der Besitzer die Gasleitung vom Hauptrohre auf der Strasse vollständig wieder abtrennen, und führte auch in den Localitäten wieder Oelbeleuchtung ein, die seit einiger Zeit mit Gas beleuchtet waren. Nun erwartete man sicher, der Gasgeruch im Hause müsse aufhören. Es war aber nicht der Fall. Nun grub man auf der Strasse die Hauptleitung auf, in der Ueberzeugung, es müsse irgend eine Undichtigkeit am Rohre sein. Alles war dicht, keine Spur einer Gasentweichung. Aber bei dieser Gelegenheit fand man etwas Anderes. Das Palais liegt so, dass das Strassenniveau von zwei Seiten her fällt. An der Stelle, wo das Palais steht, war daher ein sogenannter Wassersammler oder Syphon. Dieser Sammler hatte noch die alte Einrichtung, dass das Condensationswasser, wenn es eine gewisse Höhe erreicht, in den Boden überlaufen konnte. Es imprägnirte sich nun der Kies an dieser Stelle nicht mit Gas, sondern nur mit etwas Gaswasser. Während die Luft durch den Kies nach dem erwärmten Hause strich, d. h. während die kältere atmosphärische Luft in der Strasse die wärmere Grundluft nach dem noch wärmeren Hause drückte, imprägnirte sie sich mit den Riechstoffen des ausgelaufenen Condensationswassers der Gasleitung. Man hob nun den Kies aus, so weit er nach Gaswasser roch, schüttete frischen hinein, nahm die Syphonröhre ab, und richtete den Wassersammler zum Auspumpen, danach war aller Gasgeruch im Hause vorbei, und kam auch nicht wieder.

Ich will noch eine meiner Erfahrungen über die Strömung der Luft des Strassengrundes nach dem Hause mittheilen, welche veranschaulicht, wie diese Strömung oft wesentlich nur nach einer bestimmten Localität, nach einem bestimmten Zimmer unter mehreren nebeneinander liegenden geht. Vor etwa 14 Jahren in einer bairischen Stadt, in einem katholischen Pfarrhofe wohnten mehrere Capläne zu ebener Erde in Zimmern nebeneinander. Eines Morgens kommt einer der Herren zur Zeit, wo er Messe lesen sollte, nicht zum Vorschein, man geht in sein Zimmer, und findet ihn bewusstlos, ohnmächtig liegen. Man ruft den Arzt, der in seiner Diagnose gar nicht zweifelhaft ist, und sie sofort mit Bestimmtheit auf perniciösen Typhus stellt, der damals gerade in der Stadt herrschte. Ein Wärter und nach ihm eine barmherzige Schwester wurden zur Pflege befohlen, diese hatten sich nur wenige Stunden beim Kranken im Zimmer befunden, als sie unter ähn-

lichen Symptomen, wie der Kranke, den sie zu pflegen hatten, ohnmächtig wurden und fortgetragen werden mussten. Offenbar waren auch sie von dieser bösartigen Form des Typhus angesteckt, und da der Kranke stündlich schlechter wurde, telegraphirte man seinen Eltern, sie möchten schleunigst kommen, wenn sie ihren Sohn vor seinem Tode, zu dem er eben vorbereitet werde, noch sehen wollten. Diese Trauerbotschaft verbreitete sich auch rasch im Pfarrsprengel, wo der junge Priester sehr geachtet und beliebt war. Eine ältere Bürgersfrau liess sich trotz ärztlichen Verbots, und trotz Gefahr der Ansteckung nicht abhalten, dem guten Herrn ihr letztes Lebewohl zu sagen. Die Frau war Gastwirthin, und als sie ins Zimmer des Caplans trat, sagte sie: „Da geht Gas aus, das kenne ich von daheim.“ Man entgegnete ihr, das sei unmöglich, im ganzen Pfarrhofe sei keine Gasflamme, oder Gasröhre, der Geruch sei schon Mehreren aufgefallen, er rühre theils von der Ausdünstung des Kranken, theils von den Abtritten her. — Aber die Frau hatte einen zu gesunden Menschenverstand, sie liess sich nicht irre machen und abhalten, ihren geistlichen Herrn, der zwar bisher phantasirte, aber nun bei offnem Fenster etwas zu sich kam, aus dieser Atmosphäre in ihren Hôtelwagen zu betten, trotzdem dass der behandelnde Arzt wiederholt erklärte, der Kranke sei moribund und nicht transportabel. Es würde mich zu lange aufhalten, den ganzen Roman zu schildern, der sich daran knüpfte, aber die Translocation hatte so ausgezeichneten Erfolg, dass der Kranke in frischer Luft schon nach einer halben Stunde völlig zur Besinnung kam, und gar nicht glauben wollte, dass er den Typhus habe. Am selben Abend noch verspürte er guten Appetit.

Im Pfarrhofe machte man nach Entfernung des Caplans T. alle Fenster auf, damit die schreckliche Ausdünstung des Kranken sich verliere, und liess sie die ganze Nacht hindurch offen. Nun folgt das Merkwürdigste. In dieser folgenden Nacht erkrankte der Zimmernachbar des Caplans ebenso, unter ganz gleichen Erscheinungen. Der Arzt erblickte darin eine glänzende Bestätigung seiner angefochtenen Diagnose auf perniciösen Typhus — gestern der Caplan, der Wärter und die barmherzige Schwester, heute schon wieder ein Caplan, eins vom andern contagiös inficirt. Aber die Bürgersfrau hatte bereits in die Gasfabrik geschickt, man brach den gefrorenen Strassenboden auf, und fand die Gasleitung etwa 20 Fuss von der Umfassungsmauer des Pfarrhofes geborsten. Sie wurde reparirt und alle typhösen Erscheinungen im Pfarrhofe waren beendigt.

Warum strömte aber das meiste Gas zuerst nach dem Zimmer des Caplans T., und nachher in der zweiten Nacht zu dessen Nachbar, ins nächste Zimmer? Caplan T. hatte gern ein gut warmes Zimmer, sein Nachbar begnügte sich wahrscheinlich mit einigen Graden weniger. Als aber das Zimmer des Caplans T. nach seiner Entführung nicht mehr geheizt wurde, und die Fenster offen blieben, war das nächst gelegene Zimmer das wärmste und der Gasausströmung nächste, und — um mich des landläufigen Ausdrucks zu bedienen — aspirirte nun die Menge Leuchtgas, welche ihm in der vorhergehenden Nacht das wärmere Zimmer des T. grösstentheils entzogen hatte, in der folgenden Nacht. Man denke sich mehrere Kamine unter einem Dache neben einander, welche verschieden stark geheizt sind. Ist der Luftzutritt kein ganz unbeschränkter, so strömt die meiste Luft nach dem heissesten Kamine und die übrigen ziehen schlechter. Steht einer der Kamine aber kalt, ziehen die übrigen bei gleichem Feuer besser.

Der geistliche Herr hat mir seine Geschichte selbst erzählt, sogar aufgeschrieben (11), und mir erlaubt, hier seinen Namen zu nennen unter der Bedingung, dass ich auch seiner Lebensretterin rühmend gedenke. Der Ort der Handlung war Augsburg, der Geistliche ist Herr Jacob Türk, jetzt k. geistlicher Rath, Hofcanonicus und Professor am k. Cadettencorps in München, die verständige und energische Frau war die Gastwirthin zu den Drei Mohren in Augsburg, die alte Frau Deuringer, die vor einem halben Jahre gestorben ist. Ich erzähle die Geschichte im Hinblick auf die aufopfernde Thätigkeit der Frauen des Albertvereins; sie mögen darin erkennen, wie Erspriessliches sie zu leisten im Stande sind, wenn sie ihre Dienste für die leidende Menschheit unter der Leitung und dem Rathe rationeller, erfahrener und geschickter Aerzte ausüben, wenn es einer einfachen Frau, in einem allerdings auch sehr einfachen Falle, zu dessen Beurtheilung die Kenntnisse und Erfahrungen einer Frau schon hinreichend waren, gelungen ist, ein Menschenleben sogar gegen den Willen eines ungeschickten Arztes zu retten.

Eine zweite ganz ähnliche Geschichte könnte ich Ihnen aus München mittheilen (12).

Die Bewegung des Leuchtgases im Boden, ins Haus hinein, wo es mit seinem durchdringenden Geruche und seinen bekannten physiologischen Wirkungen oft in so reichlicher Menge anlangt, dass es Menschen tödtet, muss uns warnen und aufmerksam machen, dass die Grundluft mit dem Grunde unserer Häuser in fortwährendem Verkehr steht, dass es ihr möglich ist, uns zeitweise allerlei

Gäste ins Haus zu tragen, die entweder sofort Schaden anrichten können, gleich dem Leuchtgase, oder auch ohne den geringsten Geruch zu verbreiten sich erst nach einiger Zeit, wenn sie irgendwo im Hause sich festgesetzt haben, zu feindlichen Elementen gestalten, entwickeln oder gesellen, oder welche anderen, auf ganz anderen Wegen ins Haus gebrachten Uebeln zur örtlichen und zeitlichen Nahrung dienen, welche Uebel uns dann nicht eher wieder verlassen, als bis der angesammelte Vorrath dieser Früchte der Grundluft aufgezehrt ist. Was uns schadet, wenn wir es in irgend einer Form in uns aufnehmen, in Luft, Wasser oder Speisen, braucht auf unsere Sinne nicht sofort zu wirken.

Es ist bisher von uns eine grosse Kurzsichtigkeit gewesen, wenn wir geglaubt haben, der unreinliche Nachbar könne uns höchstens das Wasser in unserm Brunnen vergiften; er kann uns auch die Grundluft vergiften, und das scheint noch um so viel gefährlicher zu sein, als die Luft verbreiteter und beweglicher als das Wasser ist. Wenn Ihnen diese einzige Thatsache durch meine Vorträge zur Ueberzeugung wird, so bin ich nicht umsonst hier gewesen.

England hat den Beweis geliefert, wie viel eine grössere Reinhaltung des Bodens durch regelrechte Canalisirung, durch Abschaffung der Versitzgruben und durch eine reichliche Wasserversorgung der öffentlichen Gesundheit nützt. Es würde mich zu weit führen, wenn ich jetzt noch zergliedern wollte, welchen Theil der Sanitätsverbesserungen, der *sanitary improvements*, *watersupply*, *watercloset* und *drainage*, der Löwenantheil zukommt, ich müsste da in manche Controverse eintreten, die ich nicht mehr auszufechten die Zeit hätte, aber meine Ueberzeugung will ich nicht verbergen, dass mir die grössere Reinhaltung des Bodens und die Verminderung der organischen Processe im Boden der Wohngebäude das Allerwesentlichste zu sein scheint.

Man hat diese organischen Processe im Boden und ihre Wirkung auf die Grundluft bisher für eine blosse Hypothese gehalten. Wir sind auch über dieses Stadium hinausgelangt und haben thatsächliche Anhaltspunkte für deren Existenz gefunden. Angeregt durch die Untersuchungen von Huxley und Haeckel findet man nicht nur in der grössten Tiefe des Meeres, sondern auch in jedem porösen Boden, so zu sagen überall jene Anfänge des organischen Lebens, welche man Moneren und Protisten heisst, Schleimgebilde, die weder Thier noch Pflanze sind. Als ich nach dem Jahre 1854 meinen Theil an dem Hauptberichte über die Cholera dieses

Jahres in Bayern schrieb, wies ich bereits darauf hin, dass die Luft im Boden nicht minder, als das Wasser im Boden unsere Beachtung verdiene, und habe zu experimentellen Untersuchungen aufgefordert. Weder ich noch Andere sind sofort an die Arbeit gegangen, erst seit anderthalb Jahren untersuche ich regelmässig wöchentlich etwa zweimal die Grundluft im Geröllboden Münchens auf ihren wechselnden Kohlensäuregehalt. Ich habe bereits die Ergebnisse der ersten 14 Monate veröffentlicht. Wer sie überblickt, staunt über die unerwarteten Ergebnisse, und ich werde künftig mich und Andere nicht nur mit Grundwasser, sondern auch mit Grundluft plagen müssen. Die Stelle, wo die Grundluft in München untersucht wird, ist vegetationsloses Geröll, und der Kohlensäuregehalt der Luft vermehrt sich mit der Entfernung der Schichten von der Oberfläche. Dass eine humusreiche Ackerkrume eine Kohlensäurequelle ist, haben die Agriculturchemiker längst nachgewiesen, dass aber in einem unfruchtbaren Kalkgerölle zeitweise sich soviel Kohlensäure finden sollte, war doch sehr unerwartet. Wenige Fuss unter der Oberfläche findet sich bereits so viel Kohlensäure in der Grundluft, wie in den schlechtest ventilirten menschlichen Wohnräumen. Ich zeige Ihnen hier eine graphische Darstellung der Kohlensäurebewegung im Münchener Geröllboden von September 1870 bis October 1871 nach den monatlichen Mitteln aus zwei Tiefen dargestellt (Fig. 5). Der Stand der Punkte über der Basis zeigt den Kohlensäuregehalt der Grundluft pro mille an. Die Curve mit ganzen Linien gibt den Kohlensäuregehalt der Grundluft 4 Meter unter der Oberfläche an, die Curve mit gebrochenen Linien $1\frac{1}{2}$ Meter unter der Oberfläche.

Ueberblickt man diese graphische Darstellung, so sieht man zunächst, dass die Kohlensäuremenge $1\frac{1}{2}$ Meter tief fast das ganze Jahr hindurch kleiner ist, als 4 Meter tief. Nur die Monate Juni und Juli machen eine Ausnahme, da erhebt sich die Kohlensäuremenge der obern Schicht über die der untern. Zu dieser Zeit beginnt aber auch in der untern Schicht ein bedeutendes Steigen, so dass das der obern Schicht nicht nur eingeholt, sondern weit überholt wird. Sie sehen in der tiefern Schicht vom Juli bis zum August eine wahre Kohlensäureexplosion eintreten. Im September 1870 steht die Kohlensäure viel niedriger, als im September 1871, wo sich die Kohlensäure in beiden Schichten noch auf einer beträchtlichen Höhe hält, um aber dann vom September bis zum October ebenso steil abzufallen, als sie in der untern Schicht vom Juli zum August angestiegen ist.

Man könnte denken, diese grosse Kohlensäuremenge in der Münchener Grundluft sei eine seltene Ausnahme, aber es scheint nicht, denn hier in Dresden findet sich noch beträchtlich mehr. Nachdem ich die Münchener Resultate dem Präsidenten des hiesigen Landes-

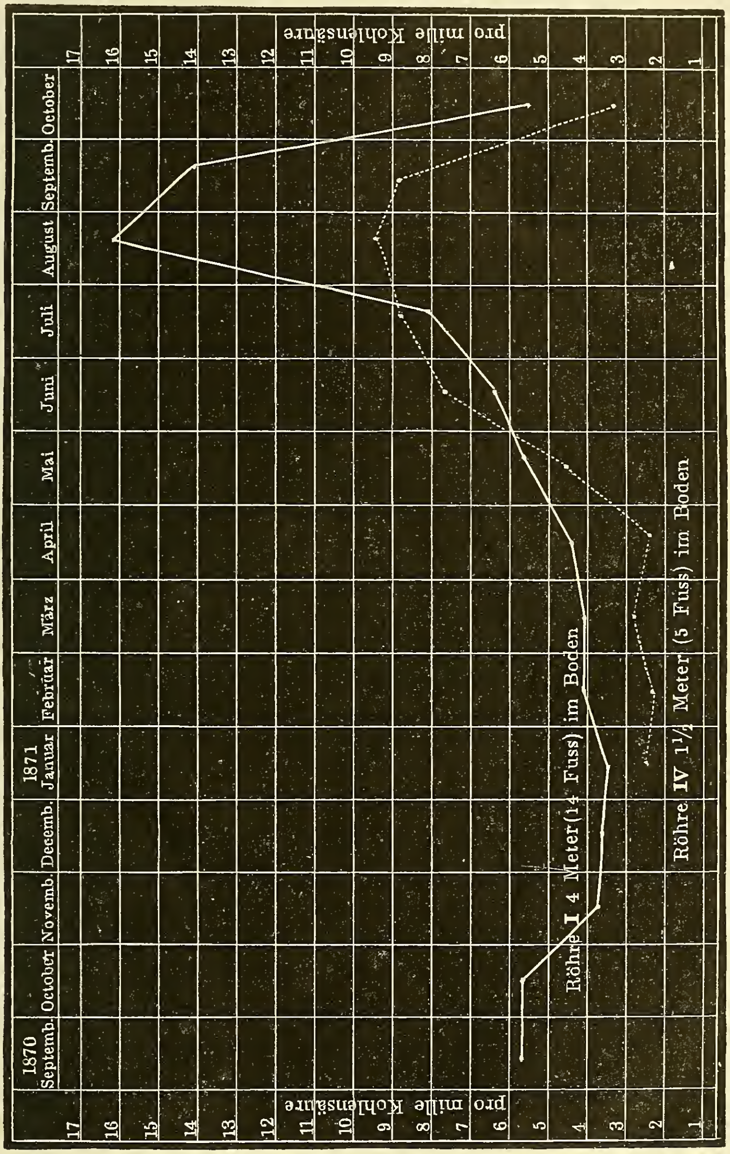


Fig. 5.

medicinalcollegiums, Herrn Geh. Medicinalrath Dr. Reinhard, im vorigen Herbste mitgetheilt hatte, wurden dieselben Beobachtungen an der hiesigen Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege angeordnet. Der Vorstand dieser zeitgemässen Anstalt, Herr Prof. Dr. Fleck, beobachtete die Kohlensäure in der Grundluft Dresdens in der Nähe seines Laboratoriums in verschiedenen Tiefen seit Januar 1872. Er war so freundlich, mir Einsicht in seine Tagebücher zu gestatten. Wie war ich erstaunt, zu sehen, dass in der Grundluft Dresdens, wenigstens an dieser Stelle, wo Professor Fleck beobachtete, die Kohlensäuremenge schon im Winter nochmal so gross ist, als in München im August. Ich könnte eifersüchtig werden, dass man in Dresden so viel mehr, als in München hat, aber man muss sich im Leben so oft daran gewöhnen, dass es ein Anderer, wenn er auch später anfängt, doch bald höher bringt, und so füge ich mich auch in diesem Falle, und erkläre mich als kohlensäureüberwunden.

Diese Kohlensäuremenge im Boden und ihre zeitliche Bewegung ist einstweilen nur eine Thatsache, die jedenfalls noch an mehreren Orten mit verschiedenem Boden, unter wechselnden Umständen und länger untersucht werden muss, ehe man an eine Erklärung gehen kann. Die erste Frage, welche sich Einem aufdrängt, ist wohl die, woher diese Kohlensäure stammt? Von der Humusschicht der Oberfläche kann sie nicht kommen, weil ihre Menge in München und Dresden in der unmittelbaren Nähe dieser Schicht, an der Oberfläche, am geringsten ist, und sich mit der räumlichen Entfernung davon vermehrt. Da der Kohlensäuregehalt der Grundluft im Allgemeinen mit der Annäherung an das Grundwasser zunimmt, so liegt der Gedanke sehr nahe, die Kohlensäure der Grundluft sei aus dem Grundwasser abgedunstete Kohlensäure. Das Grundwasser, welches sämmtliche Brunnen und Quellen speist, ist ja kohlensäurehaltig, und man weiss, dass die Luft mancher Brunnenschachte so viel Kohlensäure enthält, dass ein Licht darin nicht fortbrennt, sondern erlischt, wenn es oft nur einige Fuss tief in den Schacht hinabgelassen wird. Diese Annahme wäre aber nach den in München gemachten Erfahrungen und Untersuchungen aus mehreren Gründen ungerechtfertigt. Erstens kommen auch Zeiten im Jahre vor, wenn auch nur zwei Monate, wo der Gehalt in der obern Schicht, also in der vom Grundwasser entferntern grösser ist, als in der untern, diesem näher gelegenen. Dann habe ich aber auch gleichzeitig an Ort und Stelle den Kohlensäuregehalt des Grundwassers und der Grundluft untersucht, und beobachtet,

ob nach den Gesetzen der Diffusion und Absorption das Grundwasser oder die Grundluft einen Ueberschuss an Kohlensäure hat, und davon aufzunehmen oder abzugeben vermag. Jedesmal war der Kohlensäuregehalt der Grundluft an der untersuchten Stelle etwa um 50 Procent höher, als der Kohlensäuregehalt des Grundwassers, so dass es für mich eine erwiesene Thatsache ist, dass die Grundluft nicht Kohlensäure vom Grundwasser, sondern umgekehrt, das Grundwasser Kohlensäure aus der Grundluft bezieht.

Damit ist allerdings die Frage, woher diese Kohlensäure stammt, noch nicht beantwortet, aber sie wäre auch nicht beantwortet gewesen, wenn sich herausgestellt hätte, dass die Kohlensäure vom Grundwasser stammt, denn man hätte dann ebenso wieder fragen müssen, woher dieses seine Kohlensäure bezieht. Alles Grundwasser stammt von den atmosphärischen Niederschlägen, von Regen oder Schnee. Wie es als meteorisches Wasser in den Boden eindringt, hat es nur äusserst geringe Mengen Kohlensäure. Aus der Kohlensäuremenge der atmosphärischen Luft und dem Absorptionscoefficienten des Wassers für Kohlensäure lässt sich nach den analytischen Tafeln von Bunsen leicht berechnen, dass ein Liter Regenwasser bei mittlerer Jahrestemperatur und mittlerm Barometerstand in unserm Klima nur Bruchtheile eines Milligramms Kohlensäure enthalten kann, womit auch alle Erfahrung übereinstimmt. Nun ergeben aber die Untersuchungen des kohlensäureärmsten Brunnenwassers in München schon einen durchschnittlichen Gehalt von 100 bis 125 Milligrammen sogenannter freier Kohlensäure. Das Grundwasser steht an der betreffenden Stelle, wo die Grundluft untersucht wird, 16 Fuss (etwa 5 Meter) unter der Oberfläche. Das Meteorwasser, diese einzige Quelle des Grundwassers, muss daher seinen ursprünglichen Kohlensäuregehalt, den es aus der Atmosphäre mitbringt, mehr als verhundertfachen, bis es von der Erdoberfläche in die Brunnen gelangt. Jedenfalls stammt diese Kohlensäure aus dem Boden, in ihm ist die Kohlensäurequelle jedenfalls zu suchen, und schon auch aus diesem Grunde scheint von vornherein die Annahme die ungezwungenste zu sein, dass der Boden die von ihm entwickelte Kohlensäure gleichzeitig an das Wasser und die Luft in ihm abgibt, aber naturgemäss an die Luft viel leichter und mehr, als an das Wasser. Die Kohlensäurequellen im Boden selbst sind erst einem genaueren Studium zu unterwerfen, aller Wahrscheinlichkeit nach stammen sie nur von organischen Processen im Boden.

Ich darf Ihre Aufmerksamkeit nicht länger in Anspruch nehmen, ich muss zum Schlusse kommen. Gestatten Sie mir noch einige Worte des Abschieds.

Ich habe dem Wunsche, einige Vorträge über Gegenstände der Volksgesundheitspflege hier in Dresden zu halten, der von so hoher Seite an mich gerichtet wurde, ohne viel Bedenken entsprochen, die ich hätte haben können und nach der Ansicht Vieler vielleicht auch hätte haben sollen. Der Zeitraum vom Entschluss bis zur Ausführung war so kurz, dass ich keine besonderen Vorbereitungen mehr machen konnte. Die Gegenstände der Hygiene sind zahlreich. Die Wahl darunter war mir ganz freigestellt, ich allein trage die Verantwortung, wenn ich etwas gewählt und vorgetragen habe, was Sie nicht befriedigt, was Ihnen nicht genügt. Ich habe die Verpflichtung, meine Wahl, wenn sie keine glückliche gewesen sein sollte, in Ihren Augen wenigstens zu rechtfertigen.

Ich habe schon Eingangs meinen Standpunkt bezeichnet, welchen ich für populäre Vorträge festhalten zu müssen glaube. Dieser Standpunkt liess es mir von vornherein unmöglich erscheinen, irgend einen Gegenstand der Hygiene in wenigen Stunden zu erledigen, in einer Weise, dass jeder Zuhörer darnach sofort für ein strenges theoretisches und praktisches Examen reif gewesen wäre. Ich schwankte einige Zeit bezüglich der Wahl des Themas. Ich hätte die neuesten Arbeiten und Richtungen auf dem hygienischen Gebiete zusammenfassen und schildern können, ich hätte darauf hinweisen können, was bereits praktisch gelungen und erreicht, und was im Augenblicke anzustreben ist, — ich hätte da in eine Reihe der interessantesten Einzelheiten eingehen können, deren Darstellung meist eine dankbare Aufgabe ist, — oder ich hätte versuchen können, Ihnen einen Ueberblick, eine Art Vogelschau über das ganze Gebiet meiner Wissenschaft zu geben. Wie verlockend ist es, eine grosse schöne Fernsicht zu betrachten und auszumalen. die interessantesten Punkte zuerst hervorzuheben, dann ihre nächste Umgebung zu verfolgen, bis diese wieder zu einem nächsten hervorragenden Punkte führt, im Genusse des Anblicks des reichen Bildes bei richtig gestimmter Beleuchtung zu schwelgen. Es wäre mir vielleicht gelungen, Ihren Erwartungen bis zu einem gewissen Grade zu genügen, — aber ich glaubte, es vorziehen zu müssen, Ihre Aufmerksamkeit wesentlich auf einen einzigen Gegenstand zu richten und zu concentriren, der Allen längst bekannt ist, der chemisch und physikalisch so durchforscht erscheint, dass Viele glauben, darüber wäre nichts oder wenig mehr zu sagen, die Luft

in ihrem Verhalten zur menschlichen Kleidung, zur Wohnung und zum Boden in hygienischer Beziehung.

Kein Irrthum liegt uns Menschen allen näher, als uns einzubilden, dass wir Alles, womit wir uns fortwährend und beständig abgeben, schon verstehen und besser verstehen müssten, als alle Uebrigen, die weniger damit hantiren; denn wer es nicht verstände, könnte es auch nicht treiben. Wenn wir uns aber Alles, wovon wir täglichen Gebrauch machen, nur etwas näher besehen, so machen wir die demüthigende Entdeckung, dass wir ganz überwiegend mehr nach einem gewissen Instinct und nach Traditionen, als aus persönlicher Einsicht handeln. Jede Zeit hat ihre Aufgabe, etwas zur Vermehrung der idealen und materiellen Güter der Cultur beizutragen und neu zu schaffen. Aber wenn man zu irgend einer Zeit oder Periode der Culturgeschichte untersucht, wovon Allem die lebende Generation Gebrauch macht, so wird man immer finden, dass davon unendlich viel mehr ererbt, als selbsterrungen ist. Diese Thatsache muss uns nicht bloss bescheiden und fleissig machen, sondern auch gerecht und dankbar gegen unsere Voreltern, die manches nicht gehabt und gewusst haben, was wir jetzt haben und wissen. Gleichwie das Thier von der Natur und ihren Gesetzen vielfachen und oft staunenswerth zweckmässigen Gebrauch macht, der ihm schon von seinen Alten theils angeerbt, theils anerzogen wird, so thut es auch der Mensch. Jeder Fuhrmann auf der Landstrasse benutzt die Gesetze der Bewegung, der Reibung, der lebendigen Kraft und der Verwandlung und Erhaltung der Kräfte und bewegt dabei die gewaltigsten Lasten, aber meist so mechanisch, dass er sich nicht viel mehr dabei zu denken scheint, als ein Biber, wenn er seine Hütte baut. Auch der Mensch thut alles viel früher schon, als er es versteht, und das liegt in seiner Natur, es muss so sein. Wenn er erst von den Dingen Gebrauch machen könnte, nachdem er sie ganz erforscht hat, wie armselig, ja wie unmöglich wäre sein Leben. Wenn wir erst uns kleiden könnten, nachdem wir die einzelnen Functionen der Kleider und der verschiedenen Stoffe ganz genau studirt hätten, wir wären längst erfroren, und kein Fuhrmann hätte vor der Zeit Galilei's und Newton's auch nur den Versuch machen können, einzuspannen.

Ich habe da eine für mich etwas gefährliche Parallele gezogen; man kann mich jetzt fragen, ob ich denn glaube, dass ein Fuhrmann besser fahren würde, wenn er die Gesetze der Bewegung kennt, als wenn er sie nicht kennt, und ob wir uns einst besser kleiden, ob wir besser wohnen werden, wenn wir die Functionen von Gewand

und Haus künftig besser studirt haben. Die Antwort auf diese Frage überlasse ich ganz getrost der Zukunft. Die Erfahrungen der Vergangenheit beruhigen mich darüber vollständig. Immer und überall hat es sich gezeigt, dass jeder Fortschritt in der Erkenntniss von Gesetzen, jede neue Thatsache, welche die Forschung festgestellt hat, jede neue Methode, welche sie hervorgerufen, jeder neue Weg, auf den die Wissenschaft geführt hat, zuletzt auch immer seine praktischen, und auch im gemeinen Sinne nützlichen Folgen gehabt hat. Ich habe mich darüber bei früheren Gelegenheiten schon manchmal ausgesprochen und kann es mir auch jetzt nicht versagen, einiges davon hier zu wiederholen. Es ist ein Lieblingsthema von mir.

Was die Menschen nützlich nennen, ist ein ganz relativer Begriff, sie heissen etwas so, sobald ihnen das Verständniss dafür aufgegangen ist, wozu sie ein Ding gebrauchen können. Aber so naturnothwendig als es ist, dass ein Ding existire, bevor es erkannt werden kann, ebenso naturnothwendig ist es, dass gewisse Eigenschaften und Beziehungen an ihm erkannt sein müssen, bevor man sie zu irgend welchen praktischen Zwecken gebrauchen kann. Ein Ding liegt oft lange herum, ehe man es gebrauchen lernt. So hat die Erkenntniss der Bewegungsgesetze durch Galilei, Kepler, Newton, Leibnitz, Laplace und Andere allerdings zunächst unter den Fuhrleuten keine grosse Revolution hervorgerufen, keine Sensation gemacht, aber aus diesen Bewegungsgesetzen haben sich allmälig neue von den primitiven, sinnlichen Schlacken gereinigte Vorstellungen und daraus die Eisenbahnen entwickelt, welche jetzt täglich so viele und gewaltige Lasten und mit so rasender Eile dahinschleppen, dass selbst den praktischesten Fuhrleuten darüber der Verstand stillstehen muss. Andere Beispiele lassen diesen Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis noch deutlicher hervortreten.

So nahm auch die elektrische Telegraphie, die gegenwärtig wohl Alle nicht nur für praktisch und nützlich, sondern fast schon für unentbehrlich halten, bekanntlich ihren Ausgangspunkt von den Beobachtungen des Anatomen Galvani, dass Froschschenkel in Zuckung geriethen, wenn er sie an gewissen Theilen mit Metallen berührte. Denken Sie sich, grosse Praktiker der damaligen Zeit, gleichviel ob Staatsmänner, Theologen, Soldaten oder Aerzte, hätten dem Professor Galvani zugesehen, wie er sich Jahre lang damit abmühte, Fröschen die Schenkel abzuschneiden und diese unter allerlei Umständen zucken zu lassen; — wohl alle würden gedacht haben, der Mann könnte auch etwas Nützlicheres thun, und ge-

scheidter wäre es jedenfalls, die Froschschenkel in einer guten Tunke zu essen, als sie an der Luft eine Zeit lang aufzuhängen, herumzuziehen und dann wegzuwerfen. Aus der von Galvani dabei entdeckten Form der Elektricität aber entwickelte sich durch die ferneren Arbeiten eines Volta, Sömmering, Steinheil, Morse und Wheatstone und Anderer allmälig unser ganzes Telegraphenwesen, wofür jetzt die grossen Praktiker, welche dem Professor Galvani wahrscheinlich keinen Pfennig für das Zucken seiner Froschschenkel gegeben hätten, die grössten Summen zahlen. Die zuckenden Froschschenkel von Galvani waren der Keim, aus dem sich das transatlantische Kabel als so kolossale Riesenfrucht entwickelte.

Nachdem Columbus Amerika entdeckt hatte, fanden dort Spanier im Sande eines Flusses weisse Metallkörner, welche sich im Feuer nicht im mindesten veränderten, mithin ein edles Metall zu sein schienen. Man brachte grössere Mengen nach Europa und bezeichnete das neue Metall mit dem bescheidenen Worte Platina, dem spanischen Diminutivum von *la Plata*, das Silber, um anzudeuten, dass man es wenigstens für eine niedrigere Art Silber halte, was etwa so viel heissen wollte, als wenn wir heut zu Tage im Deutschen Neusilber sagen. Das Platin kam zunächst in die Hände der Praktiker der damaligen Zeit. Die Münzmeister, die Gold- und Silberschmiede hatten sich bald ihre Ansicht über den neuen Fund gebildet; das Metall liess sich in seinem natürlichen Zustande von ihnen weder schmelzen, noch hämmern, noch walzen, noch in Scheidewasser auflösen, es löste sich nur in Königswasser und in anderen schmelzenden Metallen auf, aber die Legirungen waren alle spröde und missfarbig — kurz, es erwies sich als ein ganz unbrauchbares nutzloses Metall, als ein böser Nickel, praktisch weniger werth, als Blei und Eisen. Die spanische Regierung hat damals sogar dessen weitere Einfuhr und Verbreitung bei Strafe verboten, weil zu befürchten war, das hohe specifische Gewicht des Metalles und seine Legirbarkeit, namentlich mit Gold, würde zur Verfälschung des letztern bis zu gewissen Graden verwendet werden. Man hat die über den Ocean geschleppten Platinvorräthe wieder grossentheils ins Meer geworfen, denn das Metall war nicht bloss als etwas ganz Unnützes, sondern auch als etwas Gefährliches von den Praktikern der damaligen Zeit erkannt worden. Die Wissenschaft, welche eine solche Unterscheidung von Nützlichem und Unnützlichem nicht kennt, welcher Alles nützlich erscheint, was das Verständniss der Dinge erhöht, hat sich in aller Stille mit diesem verworfenen

Metalle beschäftigt, sie lernte seine Widerspenstigkeit zähmen, es gehört seit Wollaston jetzt zu den geschmeidigsten und nützlichsten Metallen, gerade seine anfänglichen scheinbaren Untugenden, seine Unschmelzbarkeit in den Hitzegraden unserer Schmelzöfen, sein Widerstand gegen fast alle Säuren haben das Platin im Laufe der Zeit so werthvoll gemacht, dass der Praktiker für ein Gewicht dieses Klein- oder Neusilbers jetzt das siebenfache Gewicht Gross- oder Altsilber bezahlt.

Solche Fälle lassen sich auch aus der neuesten Zeit zahlreich anführen, aber ich glaube, es genügen Ihnen schon die wenigen, welche ich eben vorgetragen habe, um recht deutlich zu erkennen, dass die Wissenschaft nie nach einem augenblicklichen Nutzen, nach einer augenblicklichen praktischen Verwendung zu fragen braucht, die später immer kommt. Die Wissenschaft darf ganz nach den Worten der Bibel sich richten; „Suchet zuerst das Reich Gottes und seine Gerechtigkeit, das übrige wird euch hinzugegeben werden.“ Die Wissenschaften sind jedenfalls auch Gebietstheile oder Provinzen vom unendlichen Reiche Gottes, und auch in der Wissenschaft wird die Gerechtigkeit nur von der Wahrheit gehandhabt, ebenso wie im übrigen Reiche Gottes.

Das ist mein Standpunkt gewesen, welcher mir über die Bedenken hinüberhalf, die ich hätte haben können, darüber, was meine Vorträge in Dresden denn für einen Nutzen haben werden. Mir schien es nicht die Hauptsache zu sein, Ihnen eine Reihe von Nutzanwendungen, sondern nur eine Reihe von Wahrheiten vorzuführen, die ihren Nutzen, ihre Anwendbarkeit in sich selber tragen, und sich in dem Maasse von selber geltend machen, als sie immer öfter besprochen, deutlicher erkannt und lebhafter empfunden werden.

Ich wollte Ihnen aber von den Dingen, über welche ich sprach, die ganze Wahrheit sagen, und da durfte ich Sie nicht bloss auf das aufmerksam machen, was man bereits bestimmt weiss, was abgeschlossen ist, was kein weiteres Nachdenken mehr erfordert, sondern ich wollte Sie namentlich auch hinweisen auf die noch viel grösseren Gebiete der Hygiene, von welchen wir noch so unendlich wenig wissen. Ich hielte es für ein Unrecht, Ihnen nicht diese ganze Wahrheit gesagt zu haben, ich hätte mich dadurch auch wahrscheinlich um den einzigen unmittelbaren praktischen Nutzen gebracht, welchen meine Vorträge hier haben können, und den ich darin erblicke, dass möglichst allgemein und weitverbreitet die Ueberzeugung Wurzel fasse, dass die Hygiene bisher sowohl wissen-

schaftlich als praktisch vernachlässigt worden ist, dass da in unserm Culturleben von nun an etwas zu bessern und nachzutragen oder nachzuholen ist. Diese Ueberzeugung fängt eben an, immer weitere Kreise zu erfassen, es regt sich überall eine gewisse Theilnahme, ein gewisser Sinn für die Interessen der öffentlichen Gesundheit, viel mehr als sonst. Mir scheint, es herrsche eben jetzt eine günstige Witterung, um Felder zu bestellen, welche lange verödet waren, und guten Samen auszustreuen, wo bisher alles wild durcheinander gewachsen ist.

Wenn irgend eine Strömung, eine allgemeine Bewegung der Geister nach einem bestimmten Ziele sich erhebt, dann ist es Pflicht Aller, welche der Strom an seine Spitze getrieben hat, dass sie mit allem Ernst und Gewissenhaftigkeit die rechten Bahnen zum Ziele wählen. Wird die gute Meinung falsch geleitet, so rächt sich der Missgriff in Bälde an der Sache selbst, — denn alle diejenigen, welche sich für eine Sache haben ermuthigen lassen, fühlen sich dann ebenso unmuthig gestimmt, sobald sie glauben, man habe ihren guten Willen zwecklos vergeudet, und das gibt dann jene gewaltigen Rückschläge oder Reactionen in der öffentlichen Meinung. Ich glaube die Verpflichtung zu haben, in aller Kürze meine unmaassgebliche Ansicht hierüber auszusprechen: ich thue es hier, von dieser Stelle aus mit grösserer Zuversicht, als vielleicht irgendwo, weil ich die Ueberzeugung habe, dass ich hier verstanden werde, und ich habe diese Ueberzeugung, weil mir klare Beweise des Verständnisses bereits vorliegen. Schon die Veranlassung, welche ich hatte, vor dieser Versammlung zu sprechen, bürgt mir dafür. Ich wurde dazu vom Directorium des Albertvereins, von dessen hoher Präsidentin aufgefordert. Die Existenz des Albertvereins, seine Organisation, seine Wirksamkeit, seine Blüthe und sein Ansehen sind ein vollgiltiger Beweis für ein Verständniss der Hygiene.

Ferner hat die königlich sächsische Regierung die erste Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege in Deutschland errichtet, sie hat ferner in der Reihe ihrer militärärztlichen Fortbildungscourse auch praktischen und theoretischen Unterricht über Gegenstände der Hygiene aufgenommen. Diese Staatseinrichtungen erscheinen mir als Typen für zwei Richtungen, in welchen jetzt vorgegangen werden soll, welche weiter entwickelt werden müssen, einerseits Untersuchung, Beobachtung und Experiment, andererseits systematischer lebendiger Unterricht. Nur auf diesen beiden Wegen zugleich kommt man zum Ziele.

Wie viel noch zu arbeiten und zu schaffen ist, haben Sie recht deutlich an dem einzigen Capitel sehen können, wovon ich Ihnen einiges vorgetragen habe, — es ist noch alles so ungenügend und lückenhaft, erst weiter zu entwickeln und festzustellen. Denken Sie sich die grossen Capitel Luft, Kleidung Wohnung, Ventilation, Beheizung, Beleuchtung, Bauplätze und Boden, dessen Verhalten zu Luft und Wasser, Einfluss der Bodenverhältnisse auf Vorkommen und Verbreitung von Krankheiten, Epidemien und Schutzmittel dagegen, Trinkwasser und Versorgung menschlicher Wohnorte damit, Ernährung und Nahrungsmittel, mit Rücksicht auf Victualienpolizei, Genussmittel, Ernährung und Verpflegung verschiedener Menschenclassen unter verschiedenen Umständen, Verpflegsregulative, Hautpflege und Leibesübungen, Turnen, Sammlung und Fortschaffung des Unraths und sonstiger Abfälle des menschlichen Haushalts und der Gewerbe, Canalisirung, Desinfection, Leichenschau- und Beerdigungswesen, der Gesundheit schädliche Gewerbe und Fabriken, Schulen, Casernen, Pflegeanstalten, Krankenhäuser und Krankenpflege, Gefängnisse, Gesundheitsstatistik. u s. w.

An der Vervollkommnung aller dieser Theile der Hygiene haben noch viele Hände zu arbeiten, an den meisten Theilen geht die Arbeit eigentlich erst an. Für die Gesundheit zu sorgen war man natürlich von jeher bestrebt, das Streben ist so alt, als das Wort Hygiene, aber was man früher etwa zu Hufeland's Zeit darunter verstand, gilt nicht mehr, die früheren Stützen der Gesundheitslehre haben sich in dem scharfen, analytischen Scheidewasser der gegenwärtigen Physiologie fast vollständig aufgelöst, fast nichts ist übrig geblieben, überall soll neu fundirt werden, und das erfordert Arbeitsleute, und da eben jetzt eine gute Bauzeit zu sein scheint, soll man sie nicht ungenützt verstreichen lassen.

Es genügt aber nicht, eine Anzahl von hygienischen Begriffen zu fundiren und richtig zu stellen, was die Arbeit Einzelner sein könnte, sie müssen auch ins Leben übergehen, und dieser Uebergang muss vermittelt werden. Im Leben sind wesentlich drei Stände die natürlichen Träger und Vertreter der hygienischen Interessen der Gesammtheit, die Aerzte, die Verwaltungsbeamten, und die Architekten und Ingenieure. Diese müssen zusammenwirken, wenn etwas zusammengehen soll. Den guten Willen für eine gute Sache darf man von jedem anständigen Menschen voraussetzen, — und daran hat's auch bisher nicht gefehlt, nicht aber so auch das nöthige Wissen und Können, das Rechte zu thun. Um gute Musik zu machen, dazu braucht man nicht bloss gute Menschen, sondern auch gute Musi-

kanten, und dazu ist ein gewisser zweckmässiger Unterricht und Uebung unerlässlich. Die Anstalten, an welchen unsere Aerzte, Verwaltungsbeamte, Architekten und Ingenieure bisher vorwaltend gebildet worden sind, die Universitäten und polytechnischen Hochschulen, haben die Hygiene als Fach bisher gründlich ignorirt. Sie haben vorausgesetzt, dass jeder Einzelne sich schon die Zeit nehmen werde, das zusammenzusuchen, was über die zahlreichen Zweige der öffentlichen Gesundheitspflege schon vorliegt und täglich erscheint, und selbst prüfen und auswählen, was gut und nicht gut ist. An unseren Universitäten hat in den medicinischen Facultäten aus Peter Frank's Zeiten hier und da noch ein Lehrstuhl für sogenannte Staatsarzneikunde bestanden, den man jetzt gern für Hygiene gelten lassen möchte. Peter Frank war unstreitig ein grosser Mann und ein umfassender Geist. Keiner vor ihm hat die Beziehungen der Gesundheit des Einzelnen zum Gesammtwohl so scharf angesehen und so richtig erkannt, als er. Er hat in seiner Staatsarzneikunde gleichsam den ersten Entwurf zu einem grossen Bauplane gegeben, dessen Ausführung er aber der Zukunft überliess, wie man etwa Baupläne für neue Städte, oder neu anzulegende Stadttheile festsetzt. Aber Mit- und Nachwelt hat ihn wenig verstanden. Anstatt wirklich neu zu bauen, oder zuvor doch wenigstens den Boden zu untersuchen, Grund zu graben, für gutes Baumaterial und dessen Herbeischaffung zu sorgen, zu beschliessen, was von dem schon vorher zufällig auf dem Platz Entstandenen stehen bleiben kann, was abgebrochen werden muss, hat man im Sinne Peter Frank's zu handeln geglaubt, wenn man, nur immer auf dem Papiere seine Pläne vervielfältigte oder abänderte, hier und da das bereits am Platze Befindliche auffrischte oder mit etwas anderer Farbe anstrich, allerlei am Alten herumflickte, und so entwickelte sich die Staatsarzneikunde des Peter Frank sachlich nicht nur nicht weiter, sondern sie entartete zu jenem bloss formellen unnatürlichen und unfruchtbaren Gemisch von gerichtlicher Medicin und Medicinalpolizei, wie es uns noch heutzutage geboten wird.

Wie die gerichtliche Medicin die Thatbestände nur mit Rücksicht auf die geltenden Strafgesetze aufzufassen hat, so hatte die Medicinalpolizei auch kein selbständiges Leben, sie vegetirte lediglich auf dem Boden von allerlei Verordnungen, welcher oft nur aus blossem Actenstaub bestand.

Wenn der gerichtlichen Medicin ihre Zielpunkte von den bestehenden Gesetzgebungen vorgeschrieben wurden, so war das

etwas ganz Natürliches und Sachgemässes, denn die Directiven kamen da von der Jurisprudenz, waren der Ausfluss einer Wissenschaft, an deren Pflege sich schon Jahrhunderte lang die hervorragendsten Geister betheiligt hatten. Die Medicinalpolizei hat keine solche sachliche Mutterwissenschaft gehabt, für sie hätte nur die Hygiene die Gesetzgeberin sein können, wie es für die gerichtliche Medicin die Jurisprudenz gewesen ist. Wie wenig aber, oder besser gesagt, wie gar nicht war bisher die Hygiene als Wissenschaft in Vergleich mit und gegenüber der Jurisprudenz betrieben worden! Bisher lag die Hygiene lediglich in den Händen der praktischen Aerzte, die ihre Aufgabe aber viel mehr in Behandlung und Heilung von Krankheiten als in Verhinderung und Verhütung derselben und Stärkung der Gesundheit Aller erblickten. Hygiene wurde bisher nur so nebenbei und ganz gelegentlich von den praktischen Aerzten besorgt, ihr sonstiger schwerer Dienst liess ihnen zu wenig Zeit dafür. Es darf deshalb gar nicht Wunder nehmen, wenn in unserer Medicinalpolizei noch das Meiste ganz im Argen liegt.

Wenn man unsere sanitätspolizeilichen Verordnungen durchgeht, in allen Ländern, ich nehme keines aus, da würde eine strenge Revision schon auf dem Standpunkte der gegenwärtigen Wissenschaft vielleicht die Hälfte wesentlich zu ändern haben. Unsere gegenwärtige Hauptaufgabe ist nicht so sehr, allerlei polizeiliche Verordnungen zu entwerfen, um dadurch fortlaufend unsern guten Willen zu documentiren, dass wir der öffentlichen Gesundheit nur das Beste wünschen, sondern jetzt handelt sich's, feste, sichere Grundlagen für die Praxis und für Verordnungen erst zu schaffen, auf die man sicher und erfolgreich bauen kann. — Die Hygiene muss aus dem Schlepptau der gerichtlichen Medicin gebracht, und zu einem selbständigen Fache erhoben werden, aus den nämlichen Gründen, aus denen man Rechtspflege und Verwaltung, Justiz und Administration getrennt hat, jede Universität und jede technische Hochschule muss einen Lehrer dafür und für den Lehrer ein Attribut anschaffen. Auf diese Art werden an jeder Universität und an jedem Polytechnicum nicht nur Vorlesungen gehalten werden, sondern auch Versuchsstationen für Hygiene entstehen, ähnlich der Centralstelle in Dresden, und wird ein systematischer Unterricht ertheilt werden, nicht nur für Millitärärzte, sondern auch für Civilärzte, Verwaltungsbeamte und Architekten und Ingenieure. Bisher haben diese Anstalten ihre Schüler wesentlich auf das Selbststudium verwiesen, auf Bücher, welche ebenso wenig den lebendigen Unterricht und die experimentelle Forschung ersetzen, als ein medici-

nisches Buch im Hause den Arzt, oder ein Handbuch einen Lehrstuhl ersetzen kann. Man hat die Schüler als Autodidakten in der Hygiene entlassen, die sich dann erst allmälig in der Praxis ihre Grundsätze machen mussten. Sie liessen in der Regel sich vom jeweiligen Strome der Verhältnisse treiben, und waren froh, mit einer gewissen Routine von Fall zu Fall durchzukommen, ohne sich mit schwerfälligen Principien zu belasten. Es gibt Ausnahmen, und zwar glänzende, — aber Ausnahmen bilden nicht die Regel.

Das jetzt immer lebhafter werdende Interesse an Gegenständen der öffentlichen Gesundheitspflege bei allen Intelligenteren wird wohl eine so oberflächliche Behandlung der Hygiene an unseren Hochschulen nicht mehr lange dulden, und wird auch auf den Zunftgeist der Facultäten, der jedem neuen Lehrstuhl conservativ feindlich entgegentritt, einen heilsamen Druck ausüben, ja es ist schon theilweise geschehen. Der Process wird um so rascher verlaufen, je mehr die hygienischen Angelegenheiten mit dem Gemeindesäckel in Berührung kommen, an welchem Punkte bekanntlich alle Gemüthlichkeit aufhört.

In Bayern hat man dem Drucke schon vor einigen Jahren etwas nachgegeben, und Lehrstühle für Hygiene, wenn auch in unvollkommener Weise, errichtet. Anderwärts regt sich's nun auch, aber man beeilt sich nicht, und sucht noch allerlei Vorwände. Einer der plausibelsten ist, man habe im Augenblick ja die Lehrer nicht, sie müssten erst gebildet werden. Aller Anfang ist allerdings schwer, aber ohne anzufangen geht's nicht. Als Dr. Georg Varrentrapp in Frankfurt am Main vor einigen Jahren den Plan fasste, eine Zeitschrift, die erste Zeitschrift für öffentliche Gesundheitspflege in Deutschland, zu gründen, deren Zweckmässigkeit er mit seinem ungewöhnlichen praktischen Blick erfasst hatte, wurde ihm auch häufig abgerathen und behauptet: es geht nicht, theils sei es kein Bedürfniss, denn die medicinischen Journale brächten ohnehin alles Wichtigere — ähnlich wie man sagt, die Staatsarzneikunde mache die Hygiene entbehrlich, — und dann fragte man: wo er die Mitarbeiter und die Originalaufsätze hernehmen wolle, um jährlich einen anständigen Band zu füllen? alle ähnlichen Unternehmungen seien bisher missglückt. Und doch ist Georg Varrentrapp's Unternehmen jetzt vollständig gelungen. Ebenso werden Vertreter für Hygiene an unseren Hochschulen zu finden sein, sobald man ernstlich darnach sucht. Eine gewisse Schattirung von Medicinern eignet sich ohnehin bei einiger Vorbereitung ganz vorzüglich. Der ganze Inhalt der Hygiene ist Alles

in Allem genommen doch nichts anderes, als eine angewandte Physiologie, mit besonderer Rücksicht auf die Erhaltung des Wohlbefindens des Menschen. Nach meiner Erfahrung arbeiten sich Naturforscher und Aerzte, welche speciell in Physiologie, Chemie und Physik praktisch und theoretisch gut geschult sind, am leichtesten in Aufgaben der Hygiene hinein. Mir ist allerdings auch schon gesagt worden: wenn die Hygiene wesentlich nichts ist, als angewandte Physiologie, so wird die Physiologie schon das Wesentlichste der Hygiene enthalten. Dieser Gedanke ist ebenso unrichtig, als wenn man die Entbehrlichkeit der Physiologie behaupten wollte, weil sie nichts als angewandte Physik, Chemie und Anatomie ist. Auch das ist ganz richtig, aber die Physiker, Chemiker und Anatomen würden nie die Arbeiten gemacht haben, durch welche sich Physiologen jetzt hervorthun, und eben so wenig werden die Physiologen dazu kommen, die Arbeiten der Hygieniker auszuführen, obschon auch diesen neben physikalischen und chemischen auch noch physiologische, medicinische und technische Kenntnisse unentbehrlich sind. England ist mit Errichtung von Lehrstühlen für Hygiene bereits vorausgegangen, — ich meine die nöthigen Kräfte würden bei uns in Deutschland auch zu finden sein.

Sollten meine Vorträge in Dresden nur etwas dazu beigetragen haben, die Herzen meiner Zuhörer für die allernächsten Aufgaben der Hygiene zu gewinnen, so dass jeder in seinem Wirkungskreise dafür eintritt, — dann habe ich damit gewiss auch einen praktischen Nutzen gestiftet, und nicht umsonst gesprochen.

Anhang.

1. Untersuchungen und Beobachtungen über die Entstehung von entzündlichen und fieberhaften Krankheiten. Von Dr. Krieger. Zeitschrift für Biologie Bd. V, S. 476.

2. Ueber die Funktion der Kleider. Von Max v. Pettenkofer. Zeitschrift für Biologie Bd. I, S. 170.

3. Ebendasselbe.

4. Ein gewöhnliches Miethwohnhaus mit Keller, Erdgeschoss und zwei Stockwerken von 14·0 Meter Länge, 11·0 Meter Breite und 16·5 Meter Höhe vom Kellerpflaster bis zum Hauptgesims, wobei ein jedes Stockwerk 5 Zimmer, Küche etc. enthält, erfordert circa 7270 Kubikmeter Mauerwerk, und hierzu 167 000 Backsteine der gewöhnlichen grössern Gattung, sowie 1454 Hektoliter Mörtel, davon $^1/_3$ = 485 Hektoliter fetten gelöschten Kalk.

Die Berechnung des Kalkes und Mörtels ist nur nach dem Maass gebräuchlich, und zwar ist gemäss der Normen des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieurvereine das Einheitsmaass hierfür das Liter.

1. Der ältere Münchener Backstein ist 0·338 Meter lang, 0·164 Meter breit, 0·068 Meter dick, der neue, noch selten verwendete Backstein ist 0·291 Meter lang, 0·14 Meter breit, 0·056 Meter dick.
2. Zu 1 Kubikmeter Mauerwerk sind nöthig: 229 Steine der

grössern Gattung. Die Mörtelmasse beträgt $^1/_5$ des Mauerkubus.

3. Zur Herstellung des Mörtels wird erfordert: $^1/_3$ (nach Maass) fetter gelöschter Kalk, daher zu 1 Kubikmeter Mörtel 3·33 Hektoliter fetter gelöschter Kalk. — 1 Hektoliter ungelöschter fetter Kalk gibt 1·95 Hektoliter gelöschten eingesumpften Kalk.

1 Hektoliter eingesumpfter, gelöschter Kalk enthält circa 47 Kilogramme gebrannten Kalk (CaO), welche Menge zur Bildung von Kalkhydrat (CaOHO) circa 15 Kilo Wasser bindet. In 485 Hektoliter fettem gelöschten Kalk sind daher circa 7275 Kilo Hydratwasser gebunden.

(Nach einer Angabe des Herrn Baubeamten Voit.)

5. Ueber Oelfarbe und Conservirung der Gemäldegallerien durch das Regenerationsverfahren. Von Dr. Max v. Pettenkofer. Braunschweig, bei Fr. Vieweg und Sohn. 1870.

6. Luftwechsel in Wohngebäuden. Abhandlungen der naturwissenschaftlich technischen Commission bei der k. Akademie der Wissenschaften in München. Bd. II, S. 87. Von Max v. Pettenkofer.

Die Seidel'sche Formel ist:

$$y = 2{\cdot}30258 \ldots m \; Log. \frac{p - q}{a - q}$$

Log. bedeutet den tabulären Logarithmus, welcher als Differenz zweier Logarithmen gefunden wird, $Log.\,(p - q) - Log.\,(a - q)$.

m ist das gegebene Volum Zimmerluft, p deren anfänglicher Kohlensäuregehalt pro mille, a der Kohlensäuregehalt des Volums m nach einer bestimmten Zeit, q der Kohlensäuregehalt der frischen Luft, y das Volum der frischen Luft, welches inzwischen einfliessen musste, um den Kohlensäuregehalt des Volums m von p auf a zu erniedrigen.

7. Étude comparative des deux systèmes de Chauffage et de Ventilation établis à l'hôpital la Riboisière. Par Grassi. Paris, Rignoux 1856, p. 20.

8. Journal für Landwirthschaft, 17. Jahrgang. S. 224. Ferner: Untersuchungen über natürliche und künstliche Ventilation in Stallgebäuden von Max Märker. Göttingen 1871. Deuerlich'sche Buchhandlung.

9. Die Choleraepidemien auf Malta und Gozo. Von Max v. Pettenkofer. Zeitschrift für Biologie Bd. VI, S. 148.

10. l'Hygiène sur les champs de Bataille. Par Louis Créteur. Paris 1871. Baillière.

---

11. Briefliche Mittheilung des Herrn geistl. Rathes Türk an den Verfasser.

Um den Thatbestand, so wie er ist, genau constatiren zu können, gestatte ich mir, Ihnen einen etwas ausführlichen Bericht über meine Erkrankung zu geben; wollen Sie daraus die für Ihre wissenschaftlichen Studien brauch- und verwerthbaren Momente entnehmen.

Mitte December 1859 erkrankte ich unter eigenthümlichen Erscheinungen. Ich war damals Caplan bei St. Ulrich in Augsburg und hatte eine Hochparterre-Wohnung, bestehend aus zwei Zimmern, welche gegen Norden gelegen ist und an welcher eine durch Verkehr lebhafte Strasse vorüber führte — eine Angabe, die zur spätern Erklärung nöthig ist.

Da sich plötzlich bei mir ein eigenes Kopfweh und Congestionen einstellten, ich jedoch keine Ursache mir denken konnte, da ich ganz regelmässig lebte, wenig, fast gar kein Bier trank, so erklärte der Arzt, welchen ich consultirte, diesen Zustand für ein beginnendes Hämorrhoidalleiden. Auffallend war, dass jedesmal mit Eintritt milderer Witterung das Kopfweh nachliess, mit zunehmender Kälte dasselbe sich steigerte. In der Nacht vom 17. auf den 18. December — es war damals sehr kalt — bekam ich der Art Kopfschmerzen und Beklommenheit, dass ich die mich treffende Frühmesse nicht lesen konnte. Als ich im Laufe des Vormittags aufstehen wollte, bekam ich kaum einige Minuten aus dem Bette eine Ohnmacht. Ich schickte nach dem Arzte und dieser äusserte sich: „Gut! da wollen wir rasch ein Schleimfieberl coupiren."

Er verordnete eine Medicin, welche ich nach Vorschrift gebrauchte.

Gegen Abend stellten sich erhöhete Congestionen ein — und der Arzt verordnete Blutegel, Eisüberschläge während der Nacht.

Ich nahm einen Krankenwärter, einen kräftigen, rüstigen Mann.

Da derselbe sich längere Zeit nicht sehen liess, glaubte ich, dass er eingeschlafen sei, er erklärte jedoch, dass er ebenfalls eine Ohnmacht bekommen habe, dass er um frische Luft zu bekommen ins Freie hinausgegangen, dort aber bewusstlos mehr als $1/4$ Stunde im Schnee gelegen sei. Unter irgend einem Vorwande lehnte er weitere Dienste ab.

Da sich mein Zustand verschlimmerte, ich in eine Bewusst-

losigkeit verfiel und im Delirium lag, so wurde eine barmherzige Schwester gerufen, meinen Eltern telegraphirt, dass ich am Typhus hoffnungslos darnieder liege, deren einziger Sohn ich war, und ich zum Tode vorbereitet. Die Nachricht verbreitete sich rasch in der Stadt, Bekannte kamen, um mich zu besuchen, obwohl der Arzt wegen der Ansteckung jeden Besuch strengstens verbot. — Viele beeilten sich aber wieder fortzukommen, da im Wohn- wie Schlafzimmer ein eigenthümlicher Geruch sei, den sich Niemand erklären konnte. Man gab der Ausdünstung der Krankheit, dem Mangel an Lüftung — es war kalt und wurde das Wohnzimmer Tag und Nacht geheizt —, blühenden Hyacinthen und blühenden Wintercactus die Schuld, auch dem in der Nähe befindlichen Abtritte.

Da erkrankte am zweiten Tage auch die barmherzige Schwester, welche Krämpfe der Art bekam, dass sie sich erst nach 8 bis 10 Tagen davon erholte. Mir wurde eine neue barmherzige Schwester als Wärterin beigegeben.

So lag ich vom Mittwoch bis Samstag Abends in einem fast ganz bewusstlosen Zustande, theilnahmlos in einem Delirium.

In der Kirche fand die übliche Abendandacht statt, welche die Hôtelbesitzersgattin Frau Deuringer besuchen wollte. Da ich mit der Familie sehr befreundet war, so erkundigte sie sich nach meinem Zustande, und als die barmherzige Schwester ihr sagte, dass ich heute Nacht wohl nicht mehr durchmachen werde, so trat sie, von der Schwester begleitet, in das Zimmer.

„Ja, hier ist ja Gas!" war beim Eintritte ihr erster Ruf. Die Hausbewohner stellten die Möglichkeit entschieden in Abrede, da ja im Hause keine Gasröhre sei und keine Gasflamme gebrannt wurde.

„Ich kenne diesen Geruch von meinem Hôtel — es ist hier eine Gasausströmung; machen Sie, dass Sie den Caplan da herausbringen!" bemerkte die Frau von anerkanntem praktischen Verstande. Man schickte nach dem Arzte, dieser legte auf die Angabe, dass eine Gasausströmung vorhanden sei, nicht den mindesten Werth; der Herr Caplan habe den Typhus, und sei in agonia mortis!

Die energische alte Frau schickte zu der Gasdirection, von welcher zwei Männer rasch herbeigerufen wurden. Kaum eingetreten, erklärten diese Männer, dass hier eine starke Gasausströmung statthabe, dass sie aber trotz aller Untersuchung die locale Einströmung nicht angeben können. Man riss nun rasch die Fenster auf, und ich, obwohl bisher total theilnahmlos, fühlte mich aufgeweckt, erleichtert und verlangte fort. Da im Pfarrhause kein

weiteres heizbares Zimmer für mich war, wünschte ich zu dem mir befreundeten Dompfarrer verbracht zu werden. — Man machte die weite Entfernung — es ist eine viertel Stunde von St. Ulrich bis in den Dom —, der Arzt machte die Kälte, den Typhus dagegen geltend.

Rasch kam jedoch ein geschlossener Wagen von dem Hôtel, welchen ein Freund besorgte, und ich verlangte ungestüm in denselben verbracht und in den Dompfarrhof gefahren zu werden. Dies geschah; nachdem Betten und Pelze in den Wagen verbracht waren, wurde ich von drei Männern in denselben gehoben, in Begleitung der barmherzigen Schwester fuhr der Wagen Schritt für Schritt dem Dompfarrhause zu. — Mein Verlangen war dort bekannt, wurde aber als ein Delirium und Phantasie im Typhus erklärt, und von den Anwesenden missbilligt. Inzwischen fühlte ich mich von Minute zu Minute erleichtert, und als nach einer nahezu halbstündigen Fahrt, mitten im Winter, bei einer ungewöhnlichen Kälte, der Wagen hielt, stieg ich zum Staunen der Erwartenden selbst aus dem Wagen, legte die Umhüllung ab, und verlangte nach einiger Zeit, im Gefühle der Freude und Aufregung, etwas zu essen, was der Arzt, da ich ja noch immer den Typhus hatte, strengstens verboten hatte.

Ich schlief die ganze Nacht. Den andern Morgen hörte ich, dass sich bei St. Ulrich das Gerücht verbreitet habe, „ich sei gestorben, Caplan Kempter sei ebenfalls am Typhus schwer erkrankt.“ Ersteres Gerücht entstand, weil nach meiner Entfernung die Fenster die Nacht über aufgemacht wurden.

Caplan Kempter, mein Zimmernachbar, fühlte in der Nacht dieselben Erscheinungen, bekam heftige Kopfschmerzen und Congestionen, sein Zimmer bekam plötzlich denselben Geruch. Am frühesten Morgen verliess jedoch derselbe sein mit dieser Atmosphäre erfülltes Zimmer, und logirte sich in der Nachbarschaft ein.

Da die Kälte eine bedeutende war, so konnte erst nach sechs Tagen die Erde aufgehauen und der Enstehungsursache nachgeforscht werden. Fast mitten in der Strasse, ungefähr 18 bis 20 Fuss von der Grundmauer des Pfarrhofes, lag eine Hauptröhre der Gasleitung. Durch irgend welchen Umstand, wohl durch die Kälte oder den Druck der schwerbeladenen Wagen, war die Röhre geborsten. Das Gas drang — so wurde damals behauptet — durch die Kiesschicht durch, drang in die alte Mauer des Hauses, und zog sich zunächst durch die Mauer in mein Zimmer. An einer Leiste

des Bodens wollte man sogar das Einströmen wahrgenommen haben durch Anzünden des Gases mit Zündhölzern.

Je mehr gefeuert wurde, um so stärker war das Eindringen; als ich Tag und Nacht heizen liess, nahm die Einströmung zu. Als bei mir nicht mehr geheizt wurde, drang das Gas in die geheizte Wohnung meines Collegen. Obwohl die Gasröhre gerichtet, alles weitere Ausströmen unmöglich gemacht war, erhielt sich doch, nachdem man nach 14tägigem Lüften das Zimmer wieder heizte, der Geruch in dem Zimmer der Art, dass ich, sobald ich dasselbe betrat, augenblicklich den Geruch erkannte und Kopfweh spürte*). Ich war nach wenigen Tagen wieder hergestellt, bekam einen leichten Ausschlag, fühlte aber längere Zeit eine Mattigkeit. In der darauf folgenden Woche nach diesem romanhaften Vorgang fuhr ich nach München und erzählte denselben einer Sr. Maj. dem Könige Max II. sehr nahestehenden Persönlichkeit, welche sich in hohem Grade dafür interessirte. Schliesslich will ich bemerken, dass ich, um die Ehre des Arztes zu retten, mehrere Tage das Zimmer und Bett noch hütete, zumal wenn mich Jemand besuchte. Ich selbst bezog das Zimmer nicht wieder, da ich inzwischen befördert wurde.

J. Türk,
königl. geistl. Rath.

---

12. Mittheilung von Dr. Krieger.

Im Januar 1854 fühlte sich der Student Leveling in München eines Morgens beim Erwachen ernstlich unwohl. Kopfweh, Schwindel, Mattigkeit waren die hervorstechendsten Symptome, so dass der herbeigerufene Arzt erklärte, die Krankheit sei der in München endemische Typhus. Leveling musste zu Bette bleiben, und suchte bei der Studentenverbindung, welcher er angehörte, um Krankenpflege nach.

Wie dies damals Sitte war, theilten sich die jüngeren Mitglieder der Verbindung derart in die Krankenpflege, dass je ein Mitglied für den Tag, ein anderes für die Nachtwache bestimmt ward.

*) Es ist selbstverständlich, dass der vom Gas durchströmte feuchte Boden gleichfalls Gasgeruch angenommen und auch noch lange, nachdem die Gasausströmung aufgehört hatte, nach Gas gerochen hat, ähnlich wie Wasser, Kleider und andere Stoffe, worüber Leuchtgas gestrichen ist, den Gasgeruch noch viele Tage beibehalten, wenn sie darnach auch an freier Luft stehen.

Während sich die Symptome bei Leveling in den nächsten vier Tagen immer mehr steigerten, erkrankten auffallender Weise alle Mitglieder der betreffenden Verbindung, welche während dieser Zeit die Krankenpflege hatten, und zwar unter den gleichen Erscheinungen, genasen aber auch ebenso rasch mit und ohne ärztliche Hülfe kurze Zeit darnach. Der eine oder andere besonders Aengstliche consultirte den Arzt, welcher dann auch in der Regel einen beginnenden Typhus oder eine leichte Infection mit dem Gifte muthmaasste.

Die Mitglieder der Verbindung wurden durch diese zahlreichen, rasch auf einander folgenden Erkrankungen derart erschreckt, dass sie immer schwieriger zu bewegen waren, die Krankenpflege zu übernehmen, so dass in der fünften Nacht sich derselben die betreffende Hausfrau unterzog. Diese hielt sich jedoch nicht ständig im Zimmer auf, sondern sah nur von Zeit zu Zeit nach ihrem Pflegebefohlenen. Bei dieser Gelegenheit nahm sie einen penetranten Gasgeruch wahr, und entdeckte dadurch die Ursache der Erkrankung. Inzwischen war der Patient durch das fort und fort einströmende Gas vollständig bewusstlos geworden.

Man trug ihn in ein anderes Zimmer, und selbstverständlich war der vermeintliche Typhus ebenso rasch als er entstanden war, auch wieder geheilt.

Auf die Anzeige bei der Gasdirection fand sich denn auch bald die undichte Stelle circa 12 Schritte von dem Hause entfernt an einem in der Strasse gelegenen Gasleitungsrohr. Das Haus selbst (Karlsplatz Nr. 17) hatte keine Gasleitung, und war also das Gas unter der Erde durch in die betreffende Parterrewohnung eingedrungen.

München, den 5. Juni 1872.

Dr. Krieger.